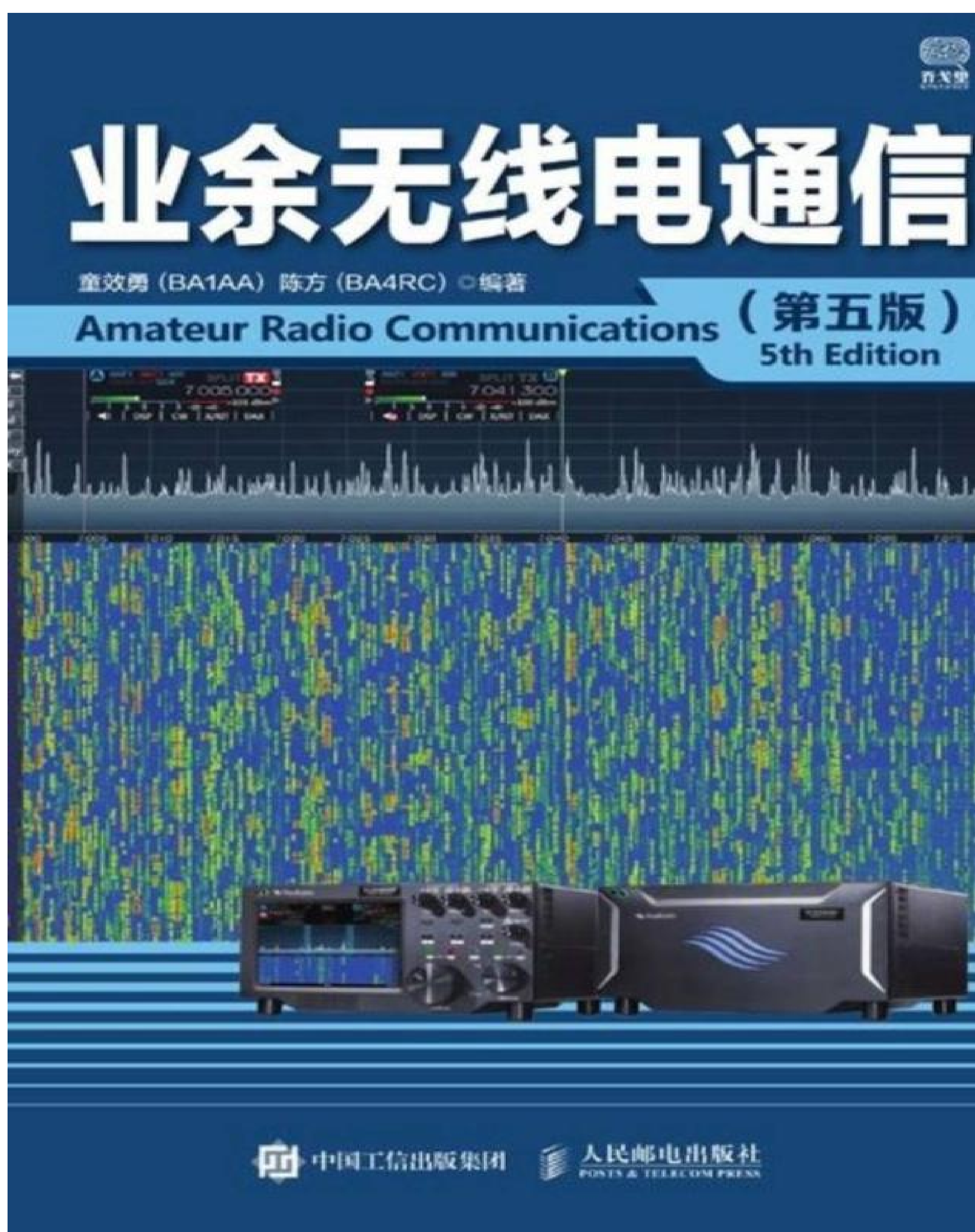



## 内容提要

本书是由业余无线电家童效勇（BA1AA）和陈方（BA4RC）为广大业余无线电爱好者编写的业余无线电通信入门教材。

本书系统地介绍了开设、操作业余无线电台的相关知识和法律法规，主要内容包括：业余无线电通信简史、业余无线电通信操作实践、收发报技术的自我训练、业余无线电奖励证书和竞赛活动、不同业余无线电波段的运用、业余短波天线、业余无线电收发信机、依法设置和使用业余无线电台等。

本书既可作为开展业余无线电活动的教材，也可作为业余无线电爱好者的自修读本和手册。

# 编著者的话

业余爱好是人类社会进步的产物，是社会文明进步的标志。古今中外大凡发明创造者都有其业余爱好，而伟大的发明出自业余爱好者之手的例子更是不胜枚举。电气研究先驱者富兰克林 12 岁当印刷学徒并从未离开过印刷业；揭示电磁感应的法拉第也曾是报童、装订工，后来还成为一名化学专业研究者；电报机发明者莫尔斯发明电报时正从事大学的工艺美术教学……科学巨匠爱因斯坦说："智慧并不产生于学历，而是来自对于知识的终生不懈的追求。"孔子也说："知之者不如好之者，好之者不如乐之者。"不要被拜金主义、享乐主义和其他世俗的观点淹没了你的兴趣、爱好和激情！我们的祖国正需要千千万万个爱迪生式的发明家，而当今世界对人才的激烈竞争也正呼唤着每一个有志者从自己的业余爱好中去钻研、去实践、去塑造，以发现崭新的自我。

业余无线电通信活动以其极为丰富的内涵吸引了并将继续吸引着无数爱好者。科技性、先进性、实用性、群众性、国际性使这项活动与其他任何业余兴趣活动有着很大的不同；培养高素质的技术人才，丰富人们的文化生活，为抢险救灾提供有效的通信服务，促进各国人民间的交流，增进友谊，这一切正是改革开放不断深入的中国所迫切需要的。正因为这样，业余无线电通信活动及其标志—业余电台正越来越受到国家和各有关方面的重视，推动发展和加强管理的一系列法规、政策也已日趋完善。

我国有着大量的无线电技术爱好者，但进行业余无线电通信实践的人还不是很多。编写本书的目的是帮助更多的朋友学习和掌握业余无线电通信的基本知识和技能，尽可能地为乐于此道的爱好者们提供一本较为翔实的自我训练的教材。

改革开放的春风已吹绿了中国业余无线电通信芳草地，业余电台正如雨后春笋般出现在神州大地。愿爱好者在这里汲取更多的雨露和阳光，培育出更加绚丽夺目的奇葩—HAM 之花！

1995 年 1 月

## 修订说明

《业余无线电通信》一书自 1995 年出版以来，历经了数次改版、重印，2016 年 6 月推出的第四版，也已陆续重印了三十余次。这说明在无线电技术和电子科学迅速发展的今天，这本“入门砖”性质的小册子，在广大业余无线电爱好者群体中还有一定的需求量。能够为我国业余无线电的发展尽一份微薄之力，这让我们感到十分欣慰。

为能适应科学技术和社会的快速发展以及业余无线电实践的丰富、进步，《业余无线电通信》先后于 2004 年、2011 年和 2015 年进行过 3 次修订，出版了《业余无线电通信》第二版、第三版和第四版。在这几次修订中，除了对正文和附录里一些时效性较强的内容作必要的修改、调整外，改写了第 8 章《依法设置和使用业余电台》，增加了业余无线电在我国的发展简史，介绍了我国业余无线电爱好者群体在 2008 年汶川地震抢险救援应急通信工作中的突出表现，增加和改写了部分业余无线电通信操作实践方面的内容。

2020 年 10 月，我们完成了《业余无线电通信》第 4 次修订。为能使书稿继续与时俱进，更好地服务于广大读者，我们在不改动原书总体结构的原则下，对涉及时效性的叙述及附录再次进行了修改调整，增加了软件无线电通信技术介绍、如何在线学习 CW 技术等方面的内容，在附录中增加了设计制作业余无线电测向机的相关内容。

《业余无线电通信》的每一次修订，都得到了许多业余无线电组织、业余无线电家和爱好者的帮助，在此一并向他们致谢。衷心感谢中国无线电运动协会，江苏、上海、天津等省、市无线电运动协会，中国无线电协会业余无线电分会以及龚万聪（BA1DU），陈平（BA1HAM），范斌（BA1RB），焦亮梅（BD1AYL），尹虎（BD1AZ），穆新宇（BD1ES），李彬（BA4REB），陈新宇（BA4RF），李家伟（BA4WI），卜宪之（BD4RG），姜锦中（BD4RQ），王龙（BD4RX），薛立人（BA5RX），郑英俊（BA5TX），陈衡（BD5RV/4），刘旭（BA8DX），刘虎（BG8AAS）等 HAM 在书稿校对、资料提供、翻译、新增内容的撰写等方面所给予的无私帮助，同时也感谢指正原书中的错漏之处并提出修改意见和建议的读者朋友们!

编著者

2020 年 10 月 22 日

目 录

第 1 章 什么是业余无线电通信 - 1 -
1.1 什么是业余电台 - 1 -
1.2 业余无线电的起源及在我国的发展历程 - 2 -
1.2.1 业余无线电通信的起源 - 2 -
1.2.2 中国业余无线电简史 - 2 -
1.2.3 我国业余无线电爱好者在突发事件中的几个真实故事 - 5 -
1.3 怎样寻找业余电台 - 6 -
1.3.1 电磁波以及波段的划分 - 6 -
1.3.2 业余电台的分区 - 9 -
1.3.3 业余电台的呼号 - 10 -
1.3.4 业余电台通信用的时间 - 12 -
1.4 业余电台的活动内容 - 13 -
1.4.1 多种多样的通信操作实践 - 13 -
1.4.2 各种数据通信研究 - 13 -
1.4.3 各种图像通信研究 - 16 -
1.4.4 业余无线电卫星通信 - 16 -
1.4.5 月面反射通信研究 - 23 -
1.4.6 移动通信研究 - 23 -
1.4.7 小功率通信研究 - 24 -
1.4.8 V/U 波段通信 - 24 -
1.4.9 网络业余无线电 - 25 -
1.4.10 业余无线电测向 - 26 -
第 2 章 业余无线电通信操作实践 - 28 -
2.1 业余电台的通信内容 - 28 -
2.2 业余电台的信号报告 - 28 -
2.3 业余电台地理位置的报告 - 29 -
2.4 业余电台的 QSL 卡片 - 32 -
2.4.1 什么是 QSL 卡片 - 32 -
2.4.2 如何制作 QSL 卡片 - 32 -
2.4.3 如何填写 QSL 卡片 - 35 -
2.4.4 如何交换 QSL 卡片 - 41 -
2.5 业余电台的登记 - 44 -
2.5.1 电台日记 - 44 -
2.5.2 收听日记 - 45 -
2.6 业余无线电通信的语言 - 46 -
2.6.1 通信中的“字母解释法” - 46 -
2.6.2 通信用 Q 简语 - 47 -
2.6.3 电码符号 - 48 -
2.6.4 无线电通信用的缩语 - 49 -
2.6.5 通信用英语 - 49 -

2.7 业余无线电通信基本程序 - 54 -
2.7.1 呼叫前的准备工作 - 54 -
2.7.2 普遍呼叫 - 55 -
2.7.3 区域性呼叫 - 55 -
2.7.4 回答程序 - 56 -
2.7.5 预约联络呼叫 - 56 -
2.7.6 未听清对方呼号时的询问呼叫 - 56 -
2.7.7 双方沟通后的联络程序 - 57 -
2.7.8 异频工作的呼叫方法 - 58 -
2.7.9 插入呼叫的方法 - 59 -
2.8 完整通信程序举例 - 59 -
2.9 网络通信 - 60 -
2.10 遇险通信和应急救援通信 - 63 -
2.10.1 遇险通信 - 63 -
2.10.2 应急救援通信 - 64 -
第 3 章 收发报技术的自我训练 - 70 -
3.1 正确地记忆电码符号 - 70 -
3.1.1 准确把握“点”“划”比例和“间隔” - 70 -
3.1.2 怎样记忆电码符号 - 71 -
3.2 收报训练 - 72 -
3.2.1 收报的基本知识 - 72 -
3.2.2 收报的自我训练 - 73 -
3.2.3 巧用 CW 学习软件 - 74 -
3.2.4 适时进行机上抄收 - 82 -
3.3 发报练习 - 83 -
3.3.1 手键发报 - 83 -
3.3.2 自动键发报 - 86 -
3.4 严格自我要求，保证练习质量 - 87 -
第 4 章 业余电台的奖励证书和竞赛活动 - 88 -
4.1 业余电台的奖励证书 - 88 -
4.1.1 联络到中国Ø～9 区奖状（Worked Chinese Ø～9 district） - 88 -
4.1.2 WAC 联络到世界各大洲奖状（Worked All Continents） - 88 -
4.1.3 DXCC 联络远距离电台俱乐部证书（DX Century Club） - 88 -
4.1.4 WAS 联络全美奖状（Worked All States） - 89 -
4.1.5 WAZ 联络全部 CQ 分区奖状（Worked All Zone） - 89 -
4.2 业余电台的竞赛 - 89 -
4.2.1 业余电台竞赛的一般要求 - 89 -
4.2.2 主要的国际性竞赛介绍 - 90 -
4.2.3 国内的业余无线电比赛 - 99 -
4.3 IOTA“空中之岛”活动 - 101 -
4.3.1 IOTA 岛屿编号 - 101 -
4.3.2 IOTA 奖状 - 101 -
4.3.3 IOTA 活动常用频率 - 102 -
4.3.4 IOTA 远征 - 102 -

4.3.5 IOTA 竞赛 - 103 -
4.4 FCC 业余无线电执照资格考试 - 104 -
第 5 章 怎样运用不同的业余波段 - 106 -
5.1 无线电波的传播方式 - 106 -
5.2 电离层与天波传播 - 106 -
5.2.1 电离层概况 - 106 -
5.2.2 电离层对电波传播的影响 - 107 -
5.3 太阳黑子的影响 - 108 -
5.4 怎样利用几个不同的主要业余波段 - 108 -
5.4.1 160m 波段（1.8～2.0MHz） - 108 -
5.4.2 80m 波段（3.5～3.9MHz） - 109 -
5.4.3 40m 波段（7.0～7.1MHz） - 109 -
5.4.4 20m 波段（14.0～14.35MHz） - 109 -
5.4.5 15m 波段（21.0～21.45MHz） - 109 -
5.4.6 10m 波段（28.0～29.7MHz） - 110 -
5.4.7 6m 波段（50～54MHz） - 110 -
5.4.8 2m 波段（144～148MHz） - 111 -
5.4.9 70cm 波段（430～440MHz） - 111 -
5.5 业余波段上的信标（Beacons） - 111 -
第 6 章 业余短波天线 - 113 -
6.1 天线 - 113 -
6.1.1 天线的主要特征 - 113 -
6.1.2 常用天线 - 118 -
6.1.3 天线的安全架设 - 123 -
6.2 传输线 - 124 -
6.2.1 传输线基础知识 - 124 -
6.2.2 传输线和天线间的匹配 - 126 -
6.2.3 平衡/不平衡转换 - 128 -
6.2.4 天线假负载 - 130 -
6.2.5 自制短波小环天线 - 131 -
第 7 章 业余无线电收发信机 - 137 -
7.1 短波收信机 - 137 -
7.1.1 业余无线电通信对收信机的要求 - 137 -
7.1.2 收信机介绍 - 141 -
7.1.3 收音机改装简易收信机实验 - 143 -
7.1.4 RTL-SDR 软件无线电接收机入门应用 - 145 -
7.2 短波发信机 - 157 -
7.2.1 对发信机的要求 - 157 -
7.2.2 DIY CW QRP 收发信机介绍 - 167 -
7.2.3 AX94 DIY 单边带发信机介绍 - 174 -
7.3 超短波收发信机 - 177 -
7.3.1 FM 调频通信 - 177 -
7.3.2 超短波数字化通信 - 178 -
7.4 成品业余无线电收发信机介绍 - 180 -

7.4.1 手持式对讲机 - 180 -
7.4.2 车载电台 - 182 -
7.4.3 中继台 - 183 -
7.4.4 短波电台 - 184 -
7.5 收发信设备中常见英文名字的意义 - 187 -
7.5.1 收信部分 - 187 -
7.5.2 发信部分 - 188 -
7.5.3 共用部分 - 189 -
7.6 自己动手制作辅助器材 - 189 -
7.6.1 功率计和驻波表 - 189 -
7.6.2 DIY 电子电键 - 194 -
第 8 章 依法设置和使用业余电台 - 196 -
8.1 业余电台的分类管理及相应操作能力要求 - 196 -
8.2 个人设置业余电台的基本条件和申办程序 - 198 -
8.3 单位或团体设置业余电台的申办程序 - 200 -
8.4 特殊业余无线电台站 - 202 -
8.5 竞赛中的临时专用呼号 - 202 -
8.6 如何申办和使用业余无线电中继台 - 202 -
8.7 业余电台涉外交流活动方面的有关规定 - 205 -
8.7.1 有关外籍人员在华操作的规定 - 205 -
8.7.2 境外爱好者如何申请、办理《来访者业余无线电台临时操作证书》 - 205 -
附 录 - 207 -
附录 1 《中华人民共和国无线电管理条例》 - 207 -
第一章 总则 - 207 -
第二章 管理机构及其职责 - 207 -
第三章 频率管理 - 207 -
第四章 无线电台（站）管理 - 209 -
第五章 无线电发射设备管理 - 210 -
第六章 涉外无线电管理 - 211 -
第七章 无线电监测和电波秩序维护 - 212 -
第八章 法律责任 - 213 -
第九章 附则 - 214 -
附录 2 卡片局各区分局负责人及各省联络站联系人 - 215 -
附表 1 各区分局负责人 - 215 -
附表 2 各省（自治区、直辖市）联络站联系人 - 215 -
附录 3 之（1） 南极洲各科学考察站业余电台呼号前缀分布图 - 217 -
附录 3 之（2） 我国部分 BY 业余电台呼号 - 221 -
附录 4 国内普通邮件及港澳台地区函件资费表（节选） - 225 -
附录 5 各类无线电通信业务通用的 Q 简语（节录） - 226 -
附录 6 无线电通信用缩语表（节录） - 231 -
附录 7 之（1） CRSA Ø～9 区奖状式样 - 239 -
附录 7 之（2） CRSA Ø～9 区奖状申请表 - 240 -
附录 8 之（1） WAC 基本奖状式样 - 241 -
附录 8 之（2） 1.8MHz WAC 奖状式样 - 242 -

附录 9 之（1） DXCC 基本证书式样........................................................- 243 -
附录 9 之（2） 五波段 DXCC 证书式样....................................................- 244 -
附录 10 之（1） WAS 基本奖状式样........................................................- 245 -
附录 10 之（2） 五波段 WAS 奖状式样....................................................- 246 -
附录 11 WAZ 联络全部 CQ 分区奖状式样..............................................- 247 -
附录 12 计算通信方位角和大圆距离的 BASIC 程序..................................- 248 -
附录 13 国际电信联盟《无线电规则》有关业余无线电部分的摘录........................ - 250 -
附录 14 之（1） 《业余无线电台管理办法》.............................................- 252 -
第一章 总则.........................................................................................- 252 -
第二章 业余无线电台设置审批...............................................................- 252 -
第三章 业余无线电台使用.....................................................................- 253 -
第四章 业余无线电台呼号.....................................................................- 254 -
第五章 监督检查..................................................................................- 255 -
第六章 法律责任..................................................................................- 255 -
第七章 附则.........................................................................................- 255 -
附录 14 之（2） 《中华人民共和国无线电管制规定》.................................. - 262 -
附录 15 之（1） 工业和信息化部关于实施《业余无线电台管理办法》若干事项的通知 ........................................................................................................- 264 -
附录 15 之（2） 《关于进一步明确和规范业余无线电台管理有关工作的通知》- 266 -
附录 16 之（1） 业余无线电台操作技术能力验证暂行办法.................................. - 267 -
附录 16 之（2） 关于修订《各类别业余无线电台操作技术能力暂行验证考核标准》的通知........................................................................................................- 268 -
附录 16 之（3） 业余无线电中继台信息填报注意事项.......................................... - 269 -
附录 17 CRAC 业余频率使用及应急频点推荐规划....................................- 270 -
附录 18 之（1） 《内地业余无线电操作者逗留或到访香港特别行政区时申请业余电台牌照及操作授权证明的指引》..........................................................................- 272 -
附录 18 之（2） 香港业余电台牌照的操作权限——操作频率及功率限制........... - 274 -
附录 18 之（3） 《内地居民来港申请业余电台牌照/操作授权证明表格》..........- 276 -
附录 19 之（1） 《来访者业余无线电台临时操作证书》申请办法....................... - 279 -
附录 19 之（2） 工业和信息化部关于香港特别行政区永久性居民在内地设置和使用业余无线电台有关事项的通告.....................................................................- 280 -
附录 20 A 类业余电台操作证书考试内容提要.......................................... - 282 -
附录 21 在轨业余卫星状态表.................................................................. - 295 -
附录 22 我国岛屿的 IOTA 编号表............................................................ - 296 -
附录 23 业余无线电测向机的设计与制作..................................................- 298 -

# 第 1 章 什么是业余无线电通信

在科学技术迅速发展的今天，无线电通信已经深入到包括人们日常生活在内的各个领域。无论是天上的飞机、卫星，海上的轮船、舰艇，陆地上的各种车辆，还是人们熟悉的收音机、电视机、移动电话、Wi-Fi 无线网络……全都离不开无线电通信技术。

业余无线电通信（以下有时简称“业余通信”）是整个无线电通信世界当中一个重要的组成部分。它是一项鼓励人们去从事无线电收信和发信实践的业余兴趣爱好活动。业余无线电通信的英语名字是“Amateur Radio”，符合国际电信联盟 ITU 定义的业余无线电爱好者是“Radio Amateur”，在世界上又普遍被称为“HAM”。由于“HAM”在英语中被解释为“火腿”，所以“火腿”又成了从事业余无线电通信的爱好者们的另一个名字。

业余无线电通信技术是一项内涵极其丰富的专门技术，所以人们还把获得发信执照、精通业余无线电技术和通信的爱好者称为“业余无线电家”，以区别于一般的电子技术爱好者。业余无线电通信的天地是博大的，当打开自己的收、发信机时，你可以听到来自世界各个角落的 HAM 的声音。当你获得业余无线电执照后，你可以轻松地和任何一个国家和地区的 HAM 交谈而无须办理出国护照，也可以从无数不见面的朋友那里得到技术上的支持。你会为自己第一次成功地和远方的朋友通信而兴高采烈，更可能会为自己在电子技术、通信技巧以及语言、人文地理等许多方面知识才能的迅速提高而大吃一惊！到那时，你才会更深切地体会到：业余无线电通信确实是一项遍及全世界的十分有意义的兴趣爱好活动。

## 1.1 什么是业余电台

联合国下设的专业机构“国际电信联盟”(ITU, International Telecommunication Union）根据不同的用途将全世界所有无线电通信分为若干种“业务”（Service），其中有两种业务用于业余无线电（Amateur Radio）：“业余业务”（Amateur Service）和“卫星业余业务”（Amateur-Satellite Service）。ITU 对业余业务的定义为“供业余无线电爱好者进行自我训练、相互通信和技术研究的无线电通信业务。业余无线电爱好者系指经正式批准的、对无线电技术有兴趣的人，其兴趣纯系个人爱好而不涉及谋取利润”。对卫星业余业务的定义是：“利用地球卫星上的空间电台开展的与业余业务相同目的的无线电通信业务。”用于业余业务的电台称业余电台（Amateur Radio Station）。业余电台是经过国家主管部门正式批准，业余无线电爱好者为了试验收发信设备、进行技术探讨、通信训练和比赛而设立的电台。

根据设台者的身份，业余电台可分为个人设置和团体（单位）设置两种。根据电台核准使用的频率和发射功率，我国又将业余电台分为 A、B、C 三类，以及特殊业余电台。只收听而不发射的电台被称为收听台，简称“SWL”（Short Wave Listener）。SWL 虽然不发出信号，但它同样可以体会到 HAM 世界的美妙风光，帮助你和其他爱好者取得联系，而不用担心在稠密的住宅群中因为你的发信干扰了邻居的电视而招来不快。世界上有许多收听爱好者。

由团体（单位）申请设置的业余电台常被称为俱乐部电台（Club Station），我国曾于 2013 年前将这种电台定义为“集体业余电台”，并曾规定这类电台的呼号前缀（见本章 1.3.3）为“BY”。这些“BY 电台”多为学校、各类校外青少年教育机构、协会所设立，曾经为普及业余无线电知识、增进青少年爱好者对无线电科技爱好的兴趣发挥了积极作用。目前，仍有不少 BY 电台活跃着。现在，俱乐部电台和个人电台的呼号前缀已不做区分。本书附录 3 记录了部分 BY 电台的呼号，以便于了解这段历史和作为备查的资料。

个人业余电台是指爱好者本人申请设置并由其本人操作使用的电台。当今世界 200 多万个业余电台中，绝大多数是个人台。

在任何国家、任何地方，未经国家主管部门批准的无线电发信（包括试验发信）都是被严格禁止的。关于如何在我国申请设立和使用业余电台，请参阅本书第 8 章。

## 1.2 业余无线电的起源及在我国的发展历程

### 1.2.1 业余无线电通信的起源

业余爱好者在无线电技术的发展和应用舞台上发挥了无可替代的重要作用。17 世纪科学家麦克斯韦建立了完整的电磁场理论。1887 年，德国物理学家赫兹第一次用实验证实了电磁波的存在。将这些科学成就应用到实践中，则首推业余无线电鼻祖意大利人马可尼。1895 年，21 岁的马可尼在意大利波伦亚他父母的别墅楼上与 1.7km 的附近山丘之间成功地进行了电报通信实验，他的这一业余科研成果使无线电通信成为现实。经过不断实验，1901 年 12 月马可尼又成功地实现了电波横跨大西洋的实验。先驱们的行动激励了世界各地更多的业余无线电爱好者（Radio Amateur）去进行探索和研究，澳大利亚、英国和美国分别于 1910 年、1913 年、1914 年先后成立了业余无线电爱好者组织，爱好者的队伍日益壮大。

在商业和政府对无线电通信需求量大增的情况下，业余无线电通信被赶到了当时人们普遍认为没有实用价值的短波，爱好者们开始了新的试验。1921 年，意大利罗马近郊发生了一场火灾，一台几十瓦功率的业余电台在短波段上发出了求救信号，结果却被远在千里之外的丹麦业余电台收听到了。1923 年，美国的两位业余爱好者正在本土用短波相互联络，法国的一位业余爱好者意外地在欧洲听到了他们。于是，3 人完成了这次具有历史意义的远距离通信。短波可以用于远距离的通信的事实引起了轰动，从此成为远程通信的主要波段，这也成为短波是业余无线电爱好者首先发现的经典证明和传颂故事。

业余无线电爱好者们执着不懈地涉猎各种未知的通信模式。20 世纪 50 年代初期，美国空军发展新一代的轰炸机，在设计时去掉了报务员的位置，不用电报只用语音通信，但也带来了原有的调幅、调频通信难以满足距离的要求。贝尔实验室估计需要花费上亿美元的研究费用才能解决这个问题。但空军中的无线电爱好者莱曼和葛利斯伍德将军十年前就开始在自己的业余电台上试验“单边带”，这是一种效果比传统方式好得多的新技术。他们把自己的业余电台装到了一架飞机上，环球一周，始终保持了与位于美国内布拉斯加的司令部的联系。这种通信设备后来被无线电界广泛应用。

### 1.2.2 中国业余无线电简史

中国的业余无线电活动始于 20 世纪初至 20 世纪 20 年代初。西方先进科学技术的涌入和无线电广播业在华夏大地的萌动，激起国人对无线电技术的爱好与追求，他们从简单的矿石机收听起步，进而提高自己的收信水平直至发信，成为中国第一批业余无线电爱好者。如张让之（AC8ZT/XU8ZT/C1ZT）从光绪卅年（1904 年）就迷上了电器机械，20 世纪初，他又请友人从美国带回一套 3 灯机的材料，装成后昼夜收听 CW（电报模式，见本章 1.4.1），开始了业余无线电通信的研究。1930 年他又开始研究短波发射，此后一直为我国业余无线电事业的发展贡献力量，直至 1949 年逝世。而供职于天津海关的蒋宗衡（X2AY/AC2AY/XU6AY），1923 年就用 X2AY 的呼号开始了业余短波通信。

出现在中国最早的业余无线电组织是由在华的外国业余无线电爱好者于 1929 年成立的“中国国际业余无线电协会”（The International Amateur Radio Association of China, IARAC）。他们虽然在将业余无线电活动介绍到中国方面起到一定积极作用，但却无视我国主权，自定 AC（Asia China 的意思）呼号冠字、擅划中国业余分区。他们在业余界的霸道行为，引起国人的愤慨。

第一个由中国人建立的业余无线电组织为“中国业余无线电社”（China Amateur Radio Union，简称 CARU），系“中国无线电工程学校”校长方子卫（AC8FG）基于日本军国主

义制造了震惊中外的“九・一八”事变而发起。方子卫于 1931 年 10 月在《新闻报》上呼吁我国业余无线电爱好者组织起来，效法欧美各国，平时进行科学实验，一旦国家需要即服务于国家。呼吁发出，得到爱好者的积极响应。1932 年年初，CARU 在上海正式成立，方子卫（AC8FG）任会长，由当时在无线电界有较大影响的张让之（AC8ZT）任副会长并进行实际运作。

CARU 奉国际业余无线电爱好者遵循的 6 条规例为《业余无线电家之法典》，办有社刊《QSP 无线电杂志 Amateur Radio》，积极宣传业余无线电，努力引导爱好者开设业余电台。为抵制外人擅用的 AC 呼号和擅划的业余分区，CARU 在国际分配给中国的字头中启用了 XU 为业余呼号冠字，划定了全国的业余分区，活动开展后又向政府主管部门提交了由正副会长签署的请愿书，要求政府颁布法规，使业余电台活动合法化，但未果，政府对业余无线电仍采取抑制态度。由于 CARU 是以无线电工程学校为依托的群众团体，发展的会员多为本校学员和周边地区及各地极少数积极分子，活动又得不到政府支持，所以到 1935 年年底后就逐渐淡出业余无线电界了。但这是我国第一个由中国人自己组织起来的业余无线电团体，在普及无线电知识与技术、振奋科学精神、团结和启蒙爱好者开展业余无线电活动方面起到了先锋作用。

CARU 淡出后，全国各地仍有不少的业余无线电爱好者在进行业余通信。为把大家团结起来，争取政府对业余电台活动的认可，并以团体的力量来抗衡 IARAC，1936 年 4 月，杭州业余无线电家赵振德 (XU8UX) 发起成立“中国振中业余无线电研究社”（Chinese Calling Radio Club of China，CCRCC），同年 11 月更名为“中华业余无线电社”（China Radio Club，CRC）。

CCRCC/CRC 是一个管理较为完善的团体，由各地爱好者代表组成了理事会，发起人赵振德（XU8UX）、济南黄小芹（XU3ST）分别被选为正、副社长，出版社刊《QSL》，建立全国 QSL 卡片管理系统，统一分配和管理社员呼号，重新划分业余分区，定期举办社员联谊会、技术讲座，组织竞赛活动、为抗日募捐等。不到一年时间，CRC 社员及电台数量迅速增长，远远超过 IARAC。一些大专院校也加入成为团体会员，大、中城市成立起分会、支会，在国际上也有了一定的影响。CRC 也曾向政府提出申请，以便合法进行活动，但这种热情不仅未得到主管当局支持，反而在 1937 年 5 月被交通部下令解散。

而此时日寇侵华步伐加快，不久就在卢沟桥制造了七七事变，抗日战争全面爆发。业余无线电爱好者们更是义愤填膺，愤于报国无门，赵振德又先后与杭州、上海的原 CRC 理事、干事和积极分子多次协商，于 1937 年 8 月 11 日在上海交通大学召开了请愿大会，一致决议成立“中华业余无线电社非常时期服务部”，并于 9 月派出专人前往南京向政府提出申请。迫于当时国共合作、全国人民一致抗日的形势，申请很快获准，正式命名为“军事委员会第六部业余无线电人员战时服务团”，后更名为“军事委员会政治部业余无线电人员战时服务团”（以下简称“战时服务团”）。

“战时服务团”团长实为挂名，实际领导人为副团长朱其清（XU4KT/C1KT），隶属于郭沫若为厅长的第三厅，成立时间为 1937 年 10 月，从此业余电台活动得到了合法的地位。

“战时服务团”成立后，为抗日救亡做了大量工作，如向抗日游击队提供通信设备，为抗战培养无线电人才，侦察、干扰日伪电台，宣传抗战、揭露日寇罪行，坚持敌后联络等。有爱好者更是直接奔赴抗日前线参加战斗，如解放后曾任福建省冶金厅厅长的高振洋（XU7CK）等。

1940 年 5 月 5 日，“战时服务团”创办了第一届空中年会，并将此日定为中国业余无线电节，每年举办一次，1949 年后虽有中断，但自海峡两岸相继恢复业余电台活动后，又开始并延续至今，为爱好者相互交流、向社会宣传业余无线电活动提供了一个极好的平台。

1940 年 9 月，“战时服务团”转名为“中国业余无线电协会”（Chinese Amateur Radio

League，CARL），获准在社会部登记备案，原来的正副团长改为正副会长，实际负责人仍为副会长朱其清。

CARL 有完整的协会章程、会徽、会歌、会员证、广播电台，并根据抗战胜利后国民政府重新划分的行政区域，划分了业余无线电分区，决定全国业余电台统一使用"C"为呼号冠字，印制了业余电台执照，制定了电台设台手续和管理规定，颁布分会、支会组织法，完善了协会各级组织，出版会刊《CQ 协刊》和《无线电世界》，还面向社会举办无线电讲座，积极参加公益活动，为国民政府第七届全运会提供通信服务等。同时，CARL 积极介入国际交往，1947 年加入"国际业余无线电联盟"（IARU），朱其清还作为业余无线电界的代表参加中国代表团出席 1947 年在美国大西洋城召开的国际电联（ITU）大会，到会后又被聘为"国际业余无线电联盟"（IARU）代表。到 1949 年，CARL 会员数量已逾 5000，电台超过 400 部。

朱其清在上海解放一个月后，代表 CARL 召开各界代表座谈会，探讨业余无线电如何为新中国服务，上海分会还专门在原爱多亚路的南京大戏院西邻租房办公，发展会员、举办讲座、出版刊物、号召爱好者为新中国出力。一些地方分会的爱好者为了迎接解放，保卫新生政权，在保护设备免受破坏、剿匪、监视国民党残余势力活动、宣传新中国等方面都做出了很大贡献。可以说，CARL 时期是解放前我国业余无线电活动发展的鼎盛时期。

纵观民国时期的业余无线电活动，从 CARU 开始到 CCRCC/CRC 再到"战时服务团"CARL，这些由国人组织起来的业余无线电团体及其创始人、组织领导者和许多老业余无线电家们，在中国业余无线电发展历程中，做出了不可磨灭的贡献。他们在逆境中奋进，热爱科学、热爱国家，勇于奉献的精神，为后人留下了一笔可贵的财富。

中华人民共和国成立之初，鉴于形势需要，业余电台及其相关的活动被全部禁止。1952 年，根据刘少奇同志的建议，开始在全国范围开展"国防体育"活动，以便向军队输送技术兵和作为国防后备资源。无线电作为"国防体育"的一个项目，在各地"国防体育协会"下属的"无线电俱乐部"领导下有组织、有计划地在群众中尤其是青少年中被广泛开展了起来。

1958 年，"国防体育"合并到体委系统，各项活动改由各级体委组织管理。原来这些科技含量较大的项目，融入了更多的体育比赛内涵。当时无线电活动开展的项目为工程制作和报务（即抄收和拍发电报）两项，主要在全国各地的大、中、小学和青少年科技活动场所开展。20 世纪 60 年代初，又增设了无线电通信多项和无线电测向两个项目。

为便于对外交往，1964 年中国无线电运动协会（Chinese Radio Sports Association, CRSA）成立，隶属于体育总会，不发展个人会员。

业余电台的恢复得益于 1958 年在北京举办的"国际快速收发报竞赛"。保加利亚代表团团长报到后随即建议设立业余电台供参赛各国有执照的爱好者联络，组委会采纳了这一提案，并由竞赛总裁判长、原邮电部党组书记、中国人民解放军通信兵部部长王诤亲自负责，建立了中华人民共和国的第一个业余电台，并亲自命名呼号为 BY1PK（寓意中国第一个业余电台在北京），结束了祖国大陆自 1949 年以来没有业余发信的历史。该电台限用 CW 且只能与当时的社会主义国家联络。1963 年后，北京、长春、西安、长沙、成都各建起一座集体业余电台。

1975 年，军事体育（即原"国防体育"）在全国恢复，无线电活动也逐步开展起来。

随着改革开放的春风，众多老业余无线电家积极呼吁恢复业余电台，全国人民代表大会代表老业余无线电家周海婴（BA1CY）还向全国人大提交了提案，外国业余无线电爱好者或团体也通过各种渠道希望中国开放业余电台。

1981 年 6 月，我国无线电通信界的老前辈，原电子工业部副部长、中国电子学会理事长孙俊人院士，在北京召集有关部门领导和部分老业余无线电家、无线电及电子行业的老专家开座谈会，大家一致认为应该尽快恢复业余电台活动。根据会议精神，国家体委于同年

11 月向国务院上报了《关于恢复开展业余电台活动的请示》，获准首先恢复集体业余电台活动。关闭了 16 年之久的 BY1PK 终于在 1982 年 3 月恢复发信，并且取消了只准联络社会主义国家的限制，不久又取消了只能使用 CW 操作的规定。同年国家无委、国家体委联合颁布《业余无线电台管理暂行规定》，用法规形式确定了开展业余电台活动的积极意义。

20 世纪 80 年代和 90 年代初期，集体业余电台在全国得到迅速发展，各地有条件的体委系统以及很多大、中学校和青少年教育基地，乃至有些小学和工商企业都先后建台，分布范围达 20 多个省份和全国 10 个业余分区。

1984 年 6 月我国在“国际业余无线电联盟”（IARU）的席位得到恢复。这一时期集体业余电台的活动，在普及科技知识、拓宽爱好者尤其是青少年的知识领域、丰富人们文化生活、宣传业余电台活动以及加强国际交流等方面，都起到了积极的作用，同时，也为业余电台活动积累了管理经验，为恢复开放个人业余电台打下了基础。

随着改革开放的不断深化，人民生活水平不断提高，爱好者们要求恢复开放个人业余电台的呼声不断增长。1992 年 3 月 16 日，老部长孙俊人再次邀请主管部门领导、老业余无线电家和有关方面负责人，就进一步发展我国业余无线电台活动，恢复开放个人电台问题进行研讨，大家一致认为，应加快步伐，尽快恢复开放个人业余电台，以适应国内外形势发展的需要。会后国家无委办公室根据会议精神和有关领导的指示，于 4 月 22 日向国家无委主任朱镕基副总理提交了“关于进一步开放业余无线电台的请示”，很快获得批准。根据批示，国家无委和国家体委共同制定了《个人业余无线电台管理暂行办法》，并于 1992 年 8 月 14 日正式颁布。

1992 年 12 月 22 日，第一批 20 多名老业余无线电家的个人业余电台正式发信。不久又开始在全国范围进行了“个人业余电台操作证书”考试，取得证书的爱好者纷纷建台。从此大批爱好者，尤其是青年爱好者源源不断地加入，业余无线电人数迅速增加。到 2012 年年底，我国内地业余电台数量已逾十万，并几乎涉足于世界业余无线电领域的所有项目。由我国爱好者自行设计、参与制造的业余卫星“希望一号”，于 2009 年 12 月 15 日搭载“长征四号丙”运载火箭成功升空，填补了我国在这一领域的空白。在各种突发自然灾害和紧急救援中，业余无线电爱好者们做出了积极的贡献，社会对业余无线电的认知度不断提高。

工业和信息化部于 2012 年年底颁布《业余无线电台管理办法》。2013 年 2 月，工信部发布《关于实施〈业余无线电台管理办法〉若干事项的通知》。新法规理顺了管理体制，简化了设台的审批手续，方便了爱好者们对无线电技术的探索、研究和各类活动的开展，体现了国家对业余无线电更加开放、更加人性化的政策，为更加有序、迅速的发展提供了保证。

#### 1.2.3 我国业余无线电爱好者在突发事件中的几个真实故事

业余无线电在突发事件中的积极作用，早已被世界各国所公认，近年来如 1995 年日本神户大地震、2001 年美国的 9·11 事件以及 2004 年的东南亚大海啸中都有业余无线电爱好者们做出贡献的事迹。随着我国业余无线电活动的深入发展，中国业余电台和业余无线电爱好者们也创下了许多可圈可点的业绩。

1988 年 5 月 5 日，中国、日本、尼泊尔三国联合登山队，分别从南北两侧攀登世界第一高峰——珠穆朗玛峰，成功地实现了两支队伍在顶峰会师并分别从另一侧顺利下撤的“双跨”壮举，在世界登山史上写下了辉煌的一页。然而在登顶、会师过程中，当北侧的中方队员第一个登上顶峰后，却迟迟不见南侧队员到达。已在高寒缺氧的顶峰创纪录地不用氧停留了 80 分钟的中方队员，还要不要继续等待下去，必须由北京总指挥部决策。而此时的主峰，云雾缭绕气候变化莫测，盘旋在上空的侦察飞机也无能为力。设在大本营的业余电台 BT0 ZML 将顶峰及两侧队员的情况，通过拉萨业余电台 BT0LS 及时传到中国无线电运动协会 CRSA 的集体台 BY1PK，使前线的情况及时到达总指挥部，指挥部的决策命令又从同样的路径返回传达到了登顶队员的耳中，这一“路径”一直保持到会师、下撤。5 月 8 日 23 点

50分，由于天气迅速变坏，北侧大本营三国指挥员对是否还要进行第2次、第3次突击顶峰产生了严重的意见分歧，必须请示北京总指挥部做出最后决策。可是通信网的约定联络时间已过，北侧大本营业余电台操作员想到了世界各地随时都会有爱好者活跃于业余频段上，他立即发出“普遍呼叫”（见第2章2.7.2）。求助信号被一位日本爱好者听到了。这位爱好者马上从东京通过长途电话唤醒了在北京的总指挥。零点刚过，北京的业余电台即开机发信，传达了总指挥部的决策命令，圆满解决了难题。

1991年夏，洪水肆虐苏南大地。6月的一天，江苏省无线电运动协会业余电台(BY4RSA)的爱好者正在进行对外联络，一位澳大利亚业余电台着急地要求通话，原来操作者是该国业余救灾通信网的主任。他说，他们那里的爱好者已经做好准备，要为中国灾区募集医药物资，要组织医疗队到中国来。江苏的爱好者立即和有关方面取得联系，并和澳大利亚业余救灾网保持了不间断的联络。不久，美国的业余救灾网也加入进来。经过爱好者们的努力，10多吨医疗物资分别从澳大利亚、新西兰、美国送到了江苏灾区。

2008年5月12日，四川汶川发生特大地震，业余无线电通信以其台站数量大、分布范围广、爱好者技术全面勇于奉献等优势，在抢险救灾中做出了突出的贡献。地震发生后不到3分钟，成都的业余无线电应急通信网启动并开始呼叫，立即得到省内外的大量HAM响应，十几分钟内，就从各地爱好者的报告中得知震中及省内其他所有震区的位置，还和有业余电台的震区取得了联系，并得知汶川及很多重灾区的正常通信已全部中断，于是又立即动员了省内外爱好者携带设备进入震区和交通中断的地区。经无线电管理局同意，13日四川省业余无线电应急通信网指挥中心组成，以BY8AA作为主控台呼号，纳入省抗震救灾指挥系统，对所有参加四川救灾的业余电台进行统一指挥、调度。在正常的通信系统恢复前，业余无线电应急通信网成为抗震救灾指挥通信的主要渠道。为了尽快恢复各地的通信，13—14日，各大无线通信设备经销商、运营商和信息产业局等有关单位全部出动，但是技术人员出现很大缺口，指挥中心又从省内外调集了多批技术全面的爱好者前往支援。各种专业通信网建立后，业余无线电爱好者们的主要工作又转向了为志愿者的行动及救援物资调度等提供通信服务。到5月17日，电台值班联络日志上的记录就有300多页，仅在日志上出现的HAM就有1900多名。投入各类通信设备超过6000台套，参与调动车辆8000余台次，转运伤员近万名，以上仅是短短6天的不完全统计。“生命救援”阶段结束后，业余无线电爱好者继续为后续救助提供服务，依托迅速有效的通信手段，形成了规模最大、效率最高的民间志愿者调度枢纽。HAM们在抗震救灾期间的突出表现，受到了当地政府、无线电管理机构、商业无线电部门以及民众的一致赞扬，美国无线电转播联盟（ARRL）也将《2008年人道主义奖》授予了四川抗震救灾的业余无线电爱好者们。

## 1.3 怎样寻找业余电台

### 1.3.1 电磁波以及波段的划分

人类对无线电通信的认识是从电磁波开始的。当电流流经导体时，导体周围会产生磁场；当导体和磁力线发生相对切割运动时导体内会感生电流，这就是电磁感应。如果流经导体的电流大小、方向以极快的速度变化，导体周围磁场大小方向也随之变化。变化的磁场在其周围又感生出同样变化着的电场，而这电场又会再一次感生出新的磁场……这种迅速向四面八方扩散的交替变化着的磁场和电场的总和就是电磁波，其磁场或电场每秒钟内周期变化的次数就是电磁波的频率。频率的基本单位是赫兹（Hz）。人们进而发现，各种可见光、各种射线和上面所说的电磁波具有同样的性质，都是电磁波，只不过各自有着不同的频率。于是，人们把频率在3000GHz（详见表1-1说明）以下，不通过导线、电缆或人工波导等传输媒介，在空间辐射传播的电磁波定义为无线电波。无线电波和其他电磁波一样，在空间传播的速度是300000km/s。波速和频率（单位：Hz）的比值称为波长，单位是米（m）。人们发

现，在无线电波到达之处，导体又能从中感生出电流，而这个电流的大小、方向的变化规律和起初产生电磁场的电流的变化规律完全一致。也就是说，无线电波可以使信息（即初始电流的某种变化规律）通过空间传播实现远距离传递，这就是无线电通信。

为了便于研究和管理，ITU 把无线电波划分为 12 个频段。无线电频段和波段表如表 1-1 所示。

表 1-1 无线电频段和波段表

| 段号 | 频段名称 | 频率范围 | 波段名称 | | 波长范围 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 极低频 | 3～30Hz | 极长波 | | $100\times10^6$～$10\times10^6$m |
| 2 | 超低频 | 30～300Hz | 超长波 | | $10\times10^6$～$1\times10^6$m |
| 3 | 特低频 | 300～3000Hz | 特长波 | | $100\times10^4$～$10\times10^4$m |
| 4 | 甚低频（VLF） | 3～30kHz | 甚长波 | | $10\times10^4$～$1\times10^4$m |
| 5 | 低频（LF） | 30～300kHz | 长波 | | 10～1km |
| 6 | 中频（MF） | 300～3000kHz | 中波 | | 1000～100m |
| 7 | 高频（HF） | 3～30MHz | 短波 | | 100～10m |
| 8 | 甚高频（VHF） | 30～300MHz | 米波 | | 10～1m |
| 9 | 特高频（UHF） | 300～3000MHz | 分米波 | 微波 | 1～0.1m |
| 10 | 超高频（SHF） | 3～30GHz | 厘米波 | | 10～1cm |
| 11 | 极高频（EHF） | 30～300GHz | 毫米波 | | 10～1mm |
| 12 | 至高频 | 300～3000GHz | 丝米波 | | 1～0.1mm |

说明：

1. 频率基本单位为赫兹（Hz），简称赫。1000 赫等于 1 千赫（kHz），1000 千赫等于 1 兆赫（MHz），1000 兆赫等于 1 吉赫（GHz）。

2. 频率范围均含上限，不含下限。

科学技术的发展使人类对无线电通信的需求越来越多，电磁波频率这个人类共享的资源日渐紧缺。于是，各国政府通过国际电信联盟（ITU）对各种无线电业务（如固定、移动、广播及导航等）可以使用的频率做了规定和划分。当然，对通信做出巨大贡献的业余无线电作为业余业务也堂堂正正地占有一席之地，这就是可供全世界业余无线电爱好者使用的“公共跑道”——业余波段。

为划分和合理使用频率，国际电信联盟（ITU）将世界分为 3 个区，因划分时间较早，有些国家和地区与现在不尽相同，划分得比较粗略。第 1 区：欧洲、非洲、亚洲的伊朗（不含）以西以北的区域、俄罗斯的亚洲部分、土耳其的亚洲部分、蒙古。第 2 区：北美洲、南美洲；第 3 区：亚洲（第一区未包含的伊朗及以东的亚洲部分）、大洋洲。中国属于第 3 区。

ITU 对 3 个区的频率划分不完全相同，例如 3.5～3.9MHz 的业余频段，在第 1 区是 3.5～3.8MHz，第 2 区则是 3.5～4.0MHz……这是我们在运用中必须加以注意的。

国际电信联盟对世界 3 大区业余业务频率的划分以及我国的业余业务频率如表 1-2 所

示。

表 1-2 业余频率

（本表内容根据工业和信息化部2018年7月1日起施行的《中华人民共和国无线电频率划分规定》整理）

<table>
<tr><th rowspan="2">序号</th><th colspan="3">中华人民共和国无线电频率划分（业余和卫星业余业务部分）</th><th rowspan="2">国际电信联盟第 3 区（业余和卫星业余业务部分）</th></tr>
<tr><th>中国内地</th><th>中国香港</th><th>中国澳门</th></tr>
<tr><td colspan="5">（以下频率单位为kHz）</td></tr>
<tr><td>1</td><td>135.7～135.8** 业余 次要*</td><td>—</td><td>—</td><td>135.7～135.8业余 次要</td></tr>
<tr><td>2</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>472～479 业余 次要**</td></tr>
<tr><td colspan="5">（以下频率单位为MHz）</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="4">1.800～2.000业余 主要（和其他业务共用，以下简称共用）</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="4">3.500～3.900业余 主要（共用）</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="4">5.3515～5.3665 业余 次要***</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="4">7.000～7.100 业余、卫星业余 主要</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="4">7.100～7.200 业余 主要</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="4">10.100～10.150 业余 次要</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="4">14.000～14.250 业余、卫星业余 主要</td></tr>
<tr><td>10</td><td>14.250～14.350 主要（共用*）</td><td colspan="3">14.250～14.350 主要</td></tr>
<tr><td>11</td><td>18.068～18.168 主要（共用）</td><td colspan="3">18.068～18.168 主要</td></tr>
<tr><td>12</td><td colspan="4">21.000～21.450 业余、卫星业余 主要</td></tr>
<tr><td>13</td><td colspan="4">24.890～24.990 业余、卫星业余 主要</td></tr>
<tr><td>14</td><td colspan="4">28.000～29.700业余、卫星业余 主要</td></tr>
<tr><td>15</td><td>50～54主要（共用）</td><td>50～51.5主要<br>51.5～52.85主要（共用）</td><td colspan="2">50～54主要（共用）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">16</td><td colspan="4">144～146 业余、卫星业余 主要</td></tr>
<tr><td>146～148.业余 主要（共用）</td><td>—</td><td>—</td><td>146～148主要（共用）</td></tr>
<tr><td>17</td><td colspan="4">430～440 业余 次要</td></tr>
<tr><td colspan="5">（以下频率单位为GHz）</td></tr>
<tr><td>18</td><td>1.24～1.30次要</td><td>—</td><td colspan="2">1.240～1.300次要</td></tr>
<tr><td>19</td><td>2.30～2.45次要</td><td>—</td><td colspan="2">2.300～2.450次要</td></tr>
<tr><td>20</td><td>3.30～3.50次要</td><td>—</td><td colspan="2">3.300～3.500次要</td></tr>
<tr><td>21</td><td>5.65～5.85次要</td><td>5.725～5.850次要</td><td colspan="2">5.650～5.850次要</td></tr>
<tr><td>22</td><td>10～10.5次要</td><td>10.45～10.50次要</td><td colspan="2">10～10.45业余 次要<br>10.45～10.5 业余、卫星业余 次要</td></tr>
<tr><td>23</td><td>24～24.05<br>业余、卫星业余 主要（共用）</td><td>24.00～24.05<br>业余 主要（共用）</td><td colspan="2">24.00～24.05<br>业余、卫星业余 主要</td></tr>
<tr><td>24</td><td colspan="4">24.05～24.25 业余 次要</td></tr>
<tr><td>25</td><td colspan="4">47.00～47.20 业余、卫星业余 主要</td></tr>
<tr><td>26</td><td colspan="4">76～77.5 业余、卫星业余 次要</td></tr>
<tr><td>27</td><td colspan="4">77.5～78 业余、卫星业余 主要</td></tr>
<tr><td>28</td><td>78～81<br>业余、卫星业余 次要</td><td>78～79<br>业余、卫星业余 次要</td><td colspan="2">78～81 业余、卫星业余 次要</td></tr>
<tr><td>29</td><td>122.25～123业余 次要</td><td>—</td><td colspan="2">122.25～123业余 次要</td></tr>
</table>

续表

| 序号 | 中华人民共和国无线电频率划分（业余和卫星业余业务部分） | | | 国际电信联盟第3区（业余和卫星业余业务部分） |
|---|---|---|---|---|
| | 中国内地 | 中国香港 | 中国澳门 | |
| 30 | 134～136业余 主要（共用） | — | 134～136 业余 主要（共用） | |
| 31 | 136～141<br>业余、卫星业余 次要 | — | 136～141<br>业余、卫星业余 次要 | |
| 32 | 241～248<br>业余、卫星业余 次要 | — | 241～248 业余、卫星业余 次要 | |
| 33 | 248～250<br>业余、卫星业余 主要（共用） | — | 248.00～250.00<br>业余、卫星业余 主要（共用） | |

*根据《中华人民共和国无线电频率划分规定》，一个频带被标明划分给多种业务时，这些业务按“主要业务”和“次要业务”的顺序排列。次要业务台站不得对已经指配或将来可能指配频率的主要业务电台产生有害干扰，不得对已经指配或将来可能指配频率的主要业务电台的有害干扰提出保护要求，但可要求保护不受来自将来可能指配频率的同一业务或其他次要业务电台的有害干扰。“共用”是指多种业务共用同一频带，相同标识的业务使用频率具有同等地位，除另有明确规定者外；遇有干扰时，一般应本着后用让先用、无规划的让有规划的原则处理；当发现主要业务频率遭受到次要业务频率的有害干扰时，次要业务的有关主管或使用部门应积极采取有效措施，尽快消除干扰。

**使用该频率的业余业务台站的最大辐射功率不得超过 1W（e.i.r.p.详见本书第 7 章 7.2.1 小节“5.特殊波段对业余电台发射功率的限制”）。在 135.7～137.8kHz 频段内频率的业余业务台站不应对在蒙古国、吉尔吉斯斯坦和土库曼斯坦等国家内运行的无线电导航业务台站造成有害干扰。

***使用 5.3515～5.3665MHz 频段的业余业务电台的最大辐射功率不得超过 15W（e.i.r.p.详见本书第 7 章 7.2.1 小节 5.特殊波段对业余电台发射功率的限制）。

值得一提的是，长期以来第 1 区和第 3 区的业余业务与广播等其他业务围绕 7MHz 的频率之争，终于在 2003 年国际电信联盟世界无线电大会上有了结果，会议对第 1 区和第 3 区 7MHz 频段中的业余频段作了扩展。尽管这个结果还不全尽如人意，但应该说毕竟是向前迈了一步。对于这次调整，具体的扩展情况如表 1-3 所示。

表 1-3 第 1 区和第 3 区 7MHz 频段扩展

| | ITU1 区 | ITU2 区 | ITU3 区 |
|---|---|---|---|
| 7000～7100k Hz | 业余 卫星业余 | 业余 卫星业余 | 业余 卫星业余 |
| 7100～7200k Hz | 业余 | 业余 | 业余 |
| 7200～7300k Hz | 广播 | 业余 | 广播 |

每个国家根据业余无线电爱好者所持执照级别以及通信方式等方面的不同，对业余频率的使用又有一系列具体规定。所有业余无线电爱好者都应认识到：对无线电频率实行科学管理是整个无线电管理工作中最重要的一环。如同繁华的交通要道口不能没有红绿灯一样，如果没有频率管理，空中电波将是一片混乱。对于无线电频率管理工作，每个爱好者都具有双重任务：严格遵守规定，当一名守法的公民；积极参加对业余频率的监听，及时向当地无线电管理机构反映所发现的问题，当一名认真的义务管理人员。

现行《中华人民共和国无线电管理条例》系 2016 年 11 月 11 日由国务院和中央军事委员会签发（附录 1），这是每一个公民都必须遵守的法规。根据这一法规要求，所有经批准设置的各种无线电台站，都必须持有无线电管理机构核发的《中华人民共和国无线电台执照》，并只准使用执照核准的频率。任何无照设置的发射装置都是非法的；任何私自买卖、装制无线电发射设备也都是非法的。业余无线电是整个无线电通信事业的一个组成部分，每一个参加者都必须学习和遵守国家对无线电管理的法规。

### 1.3.2 业余电台的分区

为便于管理，国际上和每个国家都根据地理位置，将世界和本国国土划分为若干分区（ZONE），最常用的国际性分区主要有国际电信联盟的“ITU 分区”和美国 CQ 杂志的“CQ 分区”两种。

ITU 分区将世界分为 75 区，中国属于其中的第 33、42、43、44、45（钓鱼岛）、50（黄岩岛）区。CQ 分区将世界分为 40 区，中国属 23、24、25（钓鱼岛）、27（黄岩岛）区。

国内分区是指有些国家或地区把本国本地区范围内的业余电台按其地理位置划分的区域，我国境内除港澳台地区外的业余电台分区共分为 0～9，10 个分区。

第 1 区——北京、卫星业余业务
第 2 区——黑龙江、辽宁、吉林
第 3 区——天津、河北、内蒙古、山西
第 4 区——上海、山东、江苏
第 5 区——浙江、江西、福建
第 6 区——安徽、河南、湖北
第 7 区——湖南、广东、广西、海南
第 8 区——四川、重庆、贵州、云南
第 9 区——陕西、甘肃、宁夏、青海
第 0 区——新疆、西藏

香港为 VR2，澳门为 XX9，台湾地区为 BV。

### 1.3.3 业余电台的呼号

虽然我们找到了宽广的“跑道”，了解了各不相同的分区，但在纷杂的无线电信号中怎样才能找到自己需要的某个业余电台呢？这就需要我们熟悉它们的名字——业余电台的呼号。

每一个业余电台呼号都是唯一的，只代表一个特定的电台，它们之间是没有也不允许有“同名同姓”的。

工业和信息化部于 2012 年颁布的《业余无线电台管理办法》（见附录 14），对中华人民共和国境内（不包括港澳台地区）业余电台呼号的申请、分配、指配、使用、撤销等相关管理做了详尽的规定与说明。

业余电台呼号的组成有 4 个部分：第 1 部分为代表国家的字母前缀，由“B”表示；第 2 部分为电台种类，由一位英文字母表示；第 1 部分和第 2 部分常合并称之为呼号前缀；第 3 部分为本国业余电台分区，即电台所在地的分区数，由一位阿拉伯数字表示；第 4 部分为后缀，以区分同一分区内不同的业余电台，由不超过 4 位的字母或字母和数字的组合表示。我国规定只具备收信功能的业余无线电台不指配业余无线电台呼号。有些国家的收信台后缀以 4～5 位阿拉伯数字表示。

字母前缀（Prefix）位于呼号的最前面。国际上一般由 1～2 个英文字母或字母和数字组合而成。例如：B、W、A5、3X 等。它是由各国根据国际电信联盟排定的“国际呼号序列分配表”划分给业余电台使用的，所以前缀是每个业余电台所属国家或地区的标志。当你听清了一个呼号的前缀后，可以从“国际呼号序列分配表”查出这个电台所属国家或地区。例如前面列出的 4 个呼号冠字就分别属于中国、美国、不丹和几内亚。

ITU 划分给中国的呼号前缀共有 3 个系列，即 BAA～BZZ，XSA～XSZ，3HA～3UZ。任何种类业务的中国无线电台，其呼号前缀都必须在以上 3 个系列的字符组合范围内。我国规定业余电台使用以字母 B 开头的一个系列。由于历史的原因，我国香港和澳门两地区目前使用的业余呼号前缀分别是 VR2 和 XX9，台湾地区使用 BV、BO、BW、BX 等前缀。随着社会的进步和科学技术的发展，目前有不少国家和地区向南极派出科考队和在南极建立了科考站，业余电台也随之进入了南极地区，这些国家和地区的爱好者所建立的业余电台，已分布在南极的四面八方，目前中国也已在南极建立了 4 个科考站，我们殷切地希望中国 HAM 能早日在自己的科考站内发出业余无线电信号。

有些呼号还包含有对业余电台性质等的说明。我国的业余电台呼号中第二部分的一个字母即属此例，用以代表电台种类。具体表示方法见表 1-4。

表 1-4 业余电台种类及代号一览表

| 代表字母 | 业余电台种类 | 备注 |
|---|---|---|
| G、H、I、D、A | A类、B类、C类 | 按使用先后顺序指配，由国家无线电管理机构负责分配使用。2013年前已经启用的电台呼号不变。电台分类详见第8章 |
| J | 业余信标台 | |
| | 卫星业余电台 | 分区数均使用“1” |
| R | 业余中继台 | |
| B、C、E、F、K、S、T、Y、Z | 由国家无线电管理机构负责分配 | 备用 |

呼号的第 3 部分是“国内业余分区”，用一位数字（Number）表示。国际上业余电台呼号中间的数字一般也是这样，你可以根据其分区数字了解到这个电台位于该国家的哪个地区，从而使你的联络更具针对性。呼号中的数字“零”应读作“Zero”，为不和字母“O”混淆，书写一般以“Ø”表示。

呼号的最后一部分是后缀（Suffix），表示这个电台在本分区内的编码。由不超过 4 位的字母或者字母和数字的组合表示，其中最后一位应为字母。这些字母或数字的排列原则由各国自行决定，一般以领取执照的先后为序。有的国家的呼号后缀含有特定的意义，如日本的呼号后缀第一个字母用“Y”或“Z”代表集体电台。我国幅员辽阔，所以后缀第一个字母还代表了同一分区内不同的省、直辖市、自治区。比如：4AA～4HZZ 为上海、4QA～4XZZ 为江苏范围内的业余电台呼号后缀……，以上几个部分合起来便组成了电台自己的“名字”。

中华人民共和国境内（不包括香港、澳门、台湾地区）各省、自治区、直辖市业余电台的呼号双字母、三字母后缀分配如表 1-5 所示。此表中未列入的呼号后缀由国家无线电管理机构负责分配。一位、四位或者带有数字的呼号后缀留作备用。根据《业余无线电台管理办法》，我国业余电台呼号均由国家无线电管理机构负责分配。

表 1-5 各省、自治区、直辖市（不包括香港、澳门、台湾地区）业余电台呼号后缀分配表

| 地 区 | 业余无线电台呼号后缀 | 地 区 | 业余无线电台呼号后缀 |
|---|---|---|---|
| 北 京 | AA～XZ AAA～XZZ | 湖 北 | QA～XZ QAA～XZZ |
| 黑龙江 | AA～HZ AAA～HZZ | 湖 南 | AA～HZ AAA～HZZ |
| 吉 林 | IA～PZ IAA～PZZ | 广 东 | IA～PZ IAA～PZZ |
| 辽 宁 | QA～XZ QAA～XZZ | 广 西 | QA～XZ QAA～XZZ |
| 天 津 | AA～FZ AAA～FZZ | 海 南 | YA～ZZ YAA～ZZZ |
| 内蒙古 | GA～LZ GAA～LZZ | 四 川 | AA～FZ AAA～FZZ |
| 河 北 | MA～RZ MAA～RZZ | 重 庆 | GA～LZ GAA～LZZ |

续表

| 地 区 | 业余无线电台呼号后缀 | 地 区 | 业余无线电台呼号后缀 |
|---|---|---|---|
| 山 西 | SA～XZ SAA～XZZ | 贵 州 | MA～RZ MAA～RZZ |
| 上 海 | AA～HZ AAA～HZZ | 云 南 | SA～XZ SAA～XZZ |
| 山 东 | IA～PZ IAA～PZZ | 陕 西 | AA～FZ AAA～FZZ |
| 江 苏 | QA～XZ QAA～XZZ | 甘 肃 | GA～LZ GAA～LZZ |
| 浙 江 | AA～HZ AAA～HZZ | 宁 夏 | MA～RZ MAA～RZZ |
| 江 西 | IA～PZ IAA～PZZ | 青 海 | SA～XZ SAA～XZZ |
| 福 建 | QA～XZ QAA～XZZ | 新 疆 | AA～FZ AAA～FZZ |
| 安 徽 | AA～HZ AAA～HZZ | 西 藏 | GA～LZ GAA～LZZ |
| 河 南 | IA～PZ IAA～PZZ | | |

说明：

1.无线电通信业务缩略语 QOA～QUZ 及 SOS、XXX、TTT 等可能与遇险信号或类似性质的其他信号混淆的字母组合不用作呼号后缀。

2.BS7H 为黄岩岛业余无线电台呼号。

表 1-5 说明中的第 1 条是按照国际电信联盟的规定而设，因为这些字母的组合另有特定的含义，如用于呼号会引起混乱，它们是：①可能与遇险信号或其他类似性质信号相混淆的组合，比如“SOS”是遇险求信号，“XXX”是紧急信号，“TTT”是安全信号等；②留供无线电通信业务用缩语（详见第 2 章）的组合，比如“Q 简语”等。

在通信中我们还常遇到这样的情况：在一个符合上述规律的呼号后面还加有一个“/”符号（在这里常读作 Portable 或 slash）以及若干字符，这是为了进一步说明这个电台的一些情况而加的附注。例如，呼号后面加“/M”（读作 Portable mobile 或只读 Mobile）、“/AM”“/MM”分别代表该台在陆地上、在空中、在海上移动；“/QRP”是表示发信机输出功率在 5W 以下的小功率电台；“/P”表示便携电台等。

在设台地以外的地方操作时，还应该在呼号的前面加所在地呼号前缀、分区数，并在其之后加斜线号。例如“KH6/W6KZ”表示美国 6 区爱好者在夏威夷发射。我国法规要求，业余无线电台在设台地以外的地点进行异地发射操作时，应使用“字母 B、操作地业余无线电台分区号、斜线符号‘/’、本人业余无线电台呼号”格式的呼号。例如设台地在江苏省的业余电台 BA4RC 到北京操作，应使用“B1/BA4RC”呼号。

也有不少将斜线符号和所在地分区数放在本台呼号后面使用的地方，如“BV2B/1”“RX9TL/9”“JG3AY/3”等，不过这类“后置斜线分区数”的表示方法仅限于移动范围在同一呼号前缀区内可以使用，且这种格式的呼号不为我国现行管理办法所允许，这是我国爱好者必须加以注意的。

根据我国管理规定，一个爱好者或一个单位在设置业余无线电台并取得电台执照的同时，就可以取得一个业余电台呼号。当电台类别发生变化时（如先设 A 类电台，后来又设立 B 类电台）呼号不变。

无线电管理机构依法注销业余无线电台执照时该电台呼号也将被同时注销。被注销的呼号在注销 5 年后可以另行指配。但如果该台被注销后 1 年内，设置人又申请设台的，无线电管理机构应当指配原业余无线电台呼号。如果电台执照被依法注销后 1 年内，设置人在其他省、自治区、直辖市申请设台的，还可以申请使用原业余无线电台呼号，但应当事先征得指配原呼号的无线电管理机构的书面同意。

### 1.3.4 业余电台通信用的时间

现在你已经知道了业余频段和如何在众多的电台中识别你所需要的业余电台。但如果你想进行国际无线电通信或收听，那么你还必须了解国际无线电通信使用的时间——协调世界时即 UTC。我们知道，地球在不停地由西向东做自转运动，因此在不同的地方日出日落的时间不一样。在日常生活中，人们总是习惯使用根据当地日出日落而确定的地方时间（如“北京时间”“东京时间”“莫斯科时间”等）。但在国际无线电通信中，如果仍使用各自的地方时间，那将会十分麻烦。假如一个日本电台每天 8 时出来工作，我们中国爱好者也在每天 8 时去找他，则永远不会成功。这是因为日本在中国的东面，他们的当地时间要比中国的北京时间早 1 小时，我们只有在北京时间 7 点钟去找他才行。因此，国际电信联盟 ITU 规定：在国际无线电通信中，除另有指明者外，均应使用 UTC 时间。根据 ITU 规定，UTC 应用 4 位数字（即“时时分分”）表示，如 8 时 25 分应写成“0825UTC”，16 时 30 分应写成“1630UTC”等。

什么是 UTC 呢？UTC 是协调世界时（Universal Coordinated Time）的英文缩写，是由国际无线电咨询委员会规定和推荐，并由国际时间局（BIH）负责保持的以秒为基础的时间标度，是国际上作为标准时间、标准频率发播的基础。

UTC 相当于本初子午线（即经度 0 ˚）上的平均太阳时，过去曾用格林尼治平均时（GMT）来表示。如果时间使用了协调世界时，它所表示的日期和时间就是本初子午线上的日期和时间。例如“1990 年 7 月 15 日 0000UTC”即为本初子午线上的 1990 年 7 月 15 日零时整，这时的北京时间已是 7 月 15 日上午 8 时整，而美国旧金山却是 7 月 14 日的 16 时整。

UTC 与各地的地方时如何换算呢？全世界共有 24 个时区，以本初子午线（即经度 0 ˚）为基准，向东、向西各 12 个时区。地球是圆的，它的经度共分为 360 ˚，东经、西经各 180 ˚。360 ˚ 划分为 24 个时区，每个时区各占 15 ˚。也就是说，经度每隔 15 ˚ 即为一个时区，时间就相差 1 小时。

世界上时区划分的具体方法是：从经度 0 ˚ 开始，向东、向西各 7 ˚ 30′（即东经 7 ˚ 30′ 和西经 7 ˚ 30′ 之间的区域）共 15 ˚ 为 0 时区，东经和西经 7 ˚ 30′ 到 22 ˚ 30′ 之间 15 ˚ 的区域为东一区和西一区。0 时区的中心子午线是 0 ˚，东、西一区的中心子午线分别为东经和西经 15 ˚。其余按此方法类推。从本初子午线向东每增加一个时区，时间就增加 1 小时，向西则每增加一个时区时间就减少 1 小时。在前面的例子中，北京在东八区，当地时间比 UTC 增加 8 小时，所以是 8 时整；而旧金山在西八区，要比 UTC 减少 8 小时，所以是前一天的 16 时。

## 1.4 业余电台的活动内容

业余电台活动包括了广泛的内容，如以提高操作技能为主的通信实践，以科研创新为目的的各种研究试验，以自力更生研制设备、提高动手能力为目的的各种工程制作，各国爱好者之间人员、信件频繁往来的友好交往等。而这些活动所需要的基础，如电子、物理、通信、计算机技术，以及外语、地理知识乃至爱好者个人的品德素养，又促使爱好者不断地学习和提高。

### 1.4.1 多种多样的通信操作实践

业余电台通信是和世界科学技术同步发展的。在无数次相互联络中，人们使用各种方式进行无线电通信的操作实践，并称之为“ON AIR”。常见的通信方式有以下两种。

（1）语言通信。根据语音信号对载频调制的不同方式，可分为调频话、调幅话和单边带话等。前两种发射效率较低、占用频带宽，一般限于在超短波、小功率下运用。在短波（HF）段一般都采用占用频带较窄的单边带话，简称 SSB 方式（Single Side Band）。在通信中，双方直接利用语言，主要是英语明语以及“通信用 Q 简语”和缩语（详见第 2 章）交谈。由于这种方式的操作比较容易，所以虽然所需设备比较复杂，但仍深受广大爱好者尤其是初学者的青睐。

（2）等幅电报通信，简称 CW 方式（Continuous Wave）。这种通信方式有着悠久的历史。它通过电键控制发信机产生短信号“.”（点）和长信号“—”（划），并利用其不同组合表示不同的字符，从而组成单词和句子。CW 方式所需设备最为简单、占用频带很窄而发射效率较高，在同等条件下通信距离更远。而且，CW 语言是一种真正的“世界语”，学习 CW 技术基本不受爱好者原有文化程度影响，所以虽然其技术“古老”，但在业余通信中仍占有重要的位置，资深爱好者的熟练技巧也往往在 CW 中得以淋漓尽致地发挥。和许多国家一样，我国也把 CW 技术作为爱好者取得发信资格的必要条件之一。现在，由于手机的普及以及电子电键、计算机的出现，爱好者自学 CW 技术已非难事，如果每天坚持利用闲暇时间保持一定的练习，数月之内达到可以上机操作的水平是完全可能的。

### 1.4.2 各种数据通信研究

随着计算机技术的普及，数据通信的研究水平也越来越高。

1.无线电传，简称 RTTY（Radioteletype）

无线电传是一种对设备要求较低的数据通信，它用“移频键控”（FSK）的方式发射，

即用键盘操作，发出的信号以不同的频率表示“1”或“0”，用若干个“1”和“0”的不同组合代表不同的字符。RTTY 常用 2125Hz 代表“1”（亦称“记号”或 Mark），2295Hz 代表“0”（亦称“空号”或 Space），也有以 1275Hz 代表“1”、1445Hz 代表“0”的，然后再用这两种频率的信号去调制高频信号。发射出去的信号则是两个高频——高频的基本频率与上述两个音频之差。

在进行 RTTY 操作时，调制解调器把由键盘操作产生的字符信息转换成由两个不同频率信号组成的“五位码”（Baudot），再用这些表示数据“1”或“0”的一串串音频信号通过单边带方式调制并发射出去。接收端把这些信号还原成字符并在监视器屏幕上显示出来。收发双方轮流操作，可以进行“空中笔谈”。我国的青少年爱好者曾利用“娃娃电脑”和一台黑白电视机加上他们自己制作的简单调制解调器成功地进行了 RTTY 通信试验，上海的爱好者还编出了用计算机直接进行 RTTY 操作的软件。由于空间存在各种干扰电磁波，接收 RTTY 时屏幕上有可能会出现许多莫名其妙的字符，所以进行远距离 RTTY 试验时要有充分的耐心。在发射 RTTY 信号时，发信机将处于持续输出大功率状态，这对发信机的安全是很不利的。为保护发信机，应事先降低输出功率，采用“半功率”输出，而且不允许长时间不间断发信，这是 RTTY 初试者必须牢记的。

2. AMTOR 方式通信（Amateur Teleprintion Over Radio）

这是一种具有纠错码功能的电传通信方式。它的原理是把 RTTY 代码转换成“7 单元恒比码”。这种代码的特征是，组成每个字符的 7 位数据总是包含 4 个“0”和 3 个“1”。接收台就利用这个特征，自动检测收到的信息中“0”和“1”是否保持 4：3 的比例，如果符合就认为是正确的，如不符合，接收台就自动做出相应的反应。当人们在进行 AMTOR 键盘操作时，计算机把信息编为 3 个字符一组，每发出一组，电台便有一暂停，由接收台自动应答。这个应答包含一个字符，表示刚才接收的一组信息是否正确，再由发信台自动确定继续发下一组还是重复前一组信息。

AMTOR 的速率为 100Baud。这种方式的抗干扰能力比较强，在信号很弱的情况下也能保持正确无误，而且每发一组信息仅 210ms 左右，可以不用担心发信时间过长的问题。你可以细心搜索一下收听频率，如果听到一种短促的像两只蟋蟀轮流振翅鸣叫一样的声音，那便是 AMTOR 信号。

3.业余无线电分组数据交换通信（Packet Radio）

前面两种数传方式都是把字符信息一个接一个顺序向外发射，即所谓“实时信息交换”，而且需要双方都有人在机上操作，如果你停止键盘操作，信息也会停止发送。Packet 则不同，计算机以及专用的终端控制器 TNC（Terminal Nod Controller）自动将要传输的内容分成若干段，并在每一段的头尾加上接收端地址和发送端地址等信息，形成一个个“数据包”，由电台发射出去。接收端对数据包检测并发出应答信息，要求发射端重复或继续发送下一组数据。用这种方法，你可以将事先存入计算机的信件文章或程序软件、图像文件准确无误地发出去。操作者不用去关心这些信息是不是按顺序发的，接收方计算机会自动接收，正确辨认，并且可以自动存盘而不必有人守候；双方也可以通过键盘“笔谈”。

与前两种方式不同，在 Packet 方式下你不必等对方“讲”完一句再回答，双方可以同时进行，计算机会自动把收、发内容分别显示出来。世界上有许多爱好者运用 Packet 技术组成了数据交换网、中继网，我们可以从这些网内的计算机里获取许多有关业余无线电的信息，也可以把自己的信息迅速传送到世界任何地方。

我们在 HF 段常用的 Packet 信号调制方式类似于 RTTY，在电台里听起来好像吹哨子的声音，传送速率一般为 300Baud。在超短波用“调频”方式传送，速率可达 1200Baud。另外还有一种用“相位调制”方法工作的 Packet，在短波传送的速率就可达 1200Baud。

世界上有许多爱好者把自己的设备义务贡献出来，组成了国际业余计算机无线电通信网

络。我们可以在 14.101MHz、14.111MHz 或 21.101MHz 和 21.111MHz 用“下边带”方式听到这些电台的信号。任何一个爱好者都可以把自己的计算机和这些网联系起来，从中读取各种有关业余无线电的资料信息。如果取得了相应的发射许可，也可以把自己的信息提供给大家或是由这些网络自动转发到你指定的地方。

4.APRS 自动位置报告系统

当全球定位系统给人们带来极大方便时，许多 HAM 便开始了 APRS 试验。APRS 是英语“自动位置报告系统”（Automatic Position Reporting System）的缩写。全球定位系统可以让你了解自己所在位置，而 APRS 则是通过无线电把全球定位系统数据发射出去，让别人知道你在什么地方。

1992 年，美国爱好者 Bob（WB4APR）首创了 APRS 系统。1999 年，APRS 开始接入互联网，爱好者可以通过因特网把自己的位置信息发布到遥远的地方。

移动 APRS 系统由一个全球定位系统加上一个被称为 TT 的控制转换电路和一部电台组成。TT 电路把全球定位系统的定位数据转换成音频数字信号并控制业余电台加以发射。把接收端电台收到的信号输入计算机声卡, 经软件解调后便在电子地图上显示出发射台所在位置及其移动轨迹的详细信息。现在，这项技术已经商业化，许多厂商在产品电台里嵌入了 APRS 模块，自动位置报告系统在社会许多领域里发挥出重要作用。

5.极弱信号数据通信实验

随着计算机科学的发展和数字信号处理技术（DSP，Digital signal processing）日臻成熟，使得在极弱信号条件下进行可靠的无线电通信成为可能。

月面反射通信（EME）是爱好者从 20 世纪 40 年代就开始的极弱信号无线电通信实验之一。由于传播路径长、月球表面粗糙且不规则，虽然发射功率有数百瓦或更大，但收到的反射信号依然十分微弱，用模拟信号如 SSB 语音或 CW 电报方式实现 EME 十分困难。直至出现了基于 DSP 技术、对所交换的信息具有自动侦测、重复、纠错和解码功能的通信协议程序（通信模式），才使更多的爱好者使用普通的设备以更高的频率完成了 EME 实验。

最著名的极弱信号数据通信模式当属 JT65。该协议程序由天体物理学家、诺贝尔物理学奖获得者 Joe Taylor（K1JT）编写，多用于进行 EME、高速流星散射等通信实验。近些年来，爱好者将这种模式用于地面上的 QRP 小功率或恶劣传播条件下的 DX 远距离通信实验，获得了“意外的惊喜”，许多面向微弱信号条件的通信模式应运而生。常见的有 FT4、FT8、JT4、JT9、JT65、QRA64、ISCAT、MSK144 和 WSPR，以及称为 Echo 的通信协议等。在这些通信模式当中，最受欢迎的当属 FT8。

FT8 由 K1JT（Joe Taylor）和 K9AN（Steve Franke）创建，使用 8 频率 FSK（移频键控）方式调制，具有 FEC 自动纠错功能，解码阈值为-20dB，在极弱信号远距离通信中表现突出。

FT8 受到世界各国爱好者追捧的原因还在于它具有自动、半自动的操作方式。所谓自动方式，是指 FT8 在主动呼叫 CQ 的状态下，具有自主发出呼叫信息并检测是否有应答信号,如有应答，便自动回复，完成 QSO 通联并自动保存通联记录，如没有应答或未能解析出有效应答信息，则继续发出 CQ 呼叫，整个过程全部自动完成。

半自动方式是指 FT8 在监测状态下可自动识别频率上正在以这种模式发出呼叫 CQ 的信息, 如果你想回复这些电台, 就可以在其完成一次呼叫后立即手动操作发出自动生成的应答信号，如果收到正确的回复信息，这次 QSO 便可得以完成。

目前最常用的操作 FT8 模式的通信软件是 WSJT-X。这是一款免费、开源软件，适用于前文所述的多种极弱信号数据通信模式，其当下最新版本 WSJT-X 2.2.2，以及软件使用手册、开源代码等，均可从相关网站下载。

WSJT-X 已经推出简/繁体中文版本，增加了和常用比赛通联日志（如 N1MM）关联功

能，使爱好者可以非常方便地进行 FT8 模式 DX 通信联络和参加国际比赛。爱好者还编写出了远程控制操作电台程序，通过这种外挂的第三方软件，在异地或移动中，监控、操作家里的计算机和电台，非常轻松地用 FT8 模式自动实现了与人耳无法分辨的极弱信号 DX 电台的通信联络。当然，在用这种“机器人操作”方式工作时，电台的收/发信时间是 1 比 1，且发射信号是恒定包络的连续波，对于电台及其电源的散热、安全以及对电磁环境可能造成的负面影响都是不可忽略的问题，而且这种由机器人代劳完成的通联也少了几分战胜困难提升技艺的乐趣。

### 1.4.3 各种图像通信研究

图像业余通信的发展反映了现代通信技术的突飞猛进，更体现着 HAM 执着的追求。目前常见的图像业余通信方式有以下几种。

（1）无线电传真（FAX，Facsimile）。发送端的传真机通过光电转换将文稿图片的黑白信息变成电信号发射出去，接收端再将电信号转换成光电信号，从传真机上便可以得到原稿真迹了。

（2）业余电视（ATV，Amateur Television）。在业余波段上传送 HAM 自己的电视是十分有趣的尝试。1987 年在上海举办的全国运动会赛艇比赛中，起点的观众就是通过上海市业余电台的业余电视观看众多选手终点冲刺情形的。在我国无线电测向比赛中也多次进行过 ATV 试验。但是，ATV 在业余微波频段传播距离有限，目前还没有大范围的业余电视转播网出现。

（3）慢扫描电视（SSTV，Slow Scan Television）。普通电视为保证其清晰、动作逼真，每秒须传送 50 幅图像（隔行扫描），要占用 6MHz 宽的频带。业余频段范围比较窄，难以传送一般的电视信号。爱好者们采用几秒传送一幅图像的办法，用图像信号的慢变化来减少所占频带的宽度，使在短波波段传送图像的愿望得以实现。SSTV 方式把画面的明暗转换成不同的频率信号，再用以调制射频并发射出去。因为接收一帧完整的画面要好几秒，以前 SSTV 的接收端总是用中长余辉显像管做显示器以减小图像的闪烁感。现在，许多爱好者借助于计算机技术，使彩色图像的传递试验也获得了成功。

慢扫描电视的标准是：

| | 8.5s制 | 17s制 |
|---|---|---|
| 行频 | 15Hz | 15Hz |
| 帧周期 | 8.5s | 17s |
| 每帧行数 | 128 | 256 |
| 行同步脉宽 | 5ms | 5ms |
| 帧同步脉宽 | 30ms | 30ms |
| 同步电平频率 | 1200Hz | 1200Hz |
| 黑电平频率 | 1500Hz | 1500Hz |
| 白电平频率 | 2300Hz | 2300Hz |
| 工作频率 | 300～3000Hz | 300～3000Hz |

### 1.4.4 业余无线电卫星通信

1.业余无线电卫星简史

业余无线电卫星的研究与世界其他卫星工程的起步在时间上相差不多。1958 年 1 月至 5 月，苏联的卫星 sputnik 和美国的探索者一号相继升空。与此同时，美国的一些爱好者萌生了发射业余无线电通信卫星的设想。他们组织起来并将这个计划命名为 OSCAR（Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio），目标就是制造和发射业余无线电通信卫星。4 年之后，他们的努力获得成功，世界上第一颗业余通信卫星 OSCAR-1 号在美国加利福尼亚的范登堡空军基地由发现者 36 号火箭携带升空。

历经了几十年的探索，现在的 OSCAR 卫星，在技术上有了重大进步。但在开发过程中，爱好者的“业余”传统一直延续了下来，并体现在最新的卫星设计上。比如 OSCAR-13，这是一颗 AMSAT Phase 3 卫星，其中大部分子系统是自制的，有些部件甚至是从二手市场上购买的。卫星内部连接各模块的玻璃纤维杆是在 AMSAT（业余卫星组织）一位副主席家厨房里的炉子上加工的；用于制造导热毯的材料来自捐赠，由一位志愿者在他家地下室里用手缝制而成。另外一个业余通信卫星 Phase 3-D 的很多部件用的也都是类似的“廉价”的制作手段。比如，用以展开和固定太阳能电池组的装置，实际上跟普通门闩的结构没什么两样。卫星构架用的是普通铝片，许多天线用的也是一般材料，加速发动机和电池用的则是一些废旧边角料，其中很多材料是各国航天公司捐赠或从他们那里低价购得的。

尽管业余卫星制作成本低廉，但其精致程度足以与运营中的商业卫星相媲美。自 20 世纪 80 年代以来发射的业余卫星已具相当水平。根据国际业余卫星组织网站 AMSAT 资料显示，目前在轨运行的业余无线电通信卫星约有 40 多颗，有些星携带有 BBS 系统，爱好者可以 9600bit/s 的速率与之连接并使用它。利用现在的业余无线电数据分组通信卫星（PACSAT）所组成的网络，理论上爱好者们可以在地球上任意两地收、发信息，而这一过程只需几秒。业余卫星的语音转发器使得爱好者可以有更多的操作模式选择，从 CW 到 SSB 再到 FM。有些卫星还允许地面上的电台之间通过它进行业余电视（FSTV）或慢扫描电视（SSTV）的通联。更重要的是，业余爱好者作为开拓者，为小型卫星的将来开辟了一条道路。如今，一些商业集团已经投资数十亿美元发射上百颗类似的小型卫星用于数据存储和转发。在业余爱好者开创先河之后，这些小型卫星的发射带来了更多技术上的革新与突破。

由于业余卫星技术上的进步与队伍的壮大，业余卫星通信已被国际电信联盟（ITU）确认为一项专门的无线电业务——卫星业余业务（Amateur Satellite Service），其定义是：利用地球卫星上的空间电台开展与业余业务相同目的的无线电通信业务。

2.与社会成功合作，努力降低升空成本

业余无线电爱好者有很强的技术能力，能够制作出高水平的卫星，但没有一个爱好者或组织有能力将卫星发射到太空中去。因此，大多数的业余卫星都是搭载政府或商业火箭升空的。近年来聪明的爱好者将此概念又推进了一步，他们利用自身的知识，进行大量的科技创新，通过技术手段帮助提供商增加发射空间和有效载荷，而发射方以搭载业余卫星作为回报。由欧洲航天局（ESA）和业余卫星组织（AMSAT）联合开发的 ASAP 结构就是最好的例证。20 世纪 80 年代后期，AMSAT 建造了一系列微卫星，但要将这些（6 个）业余卫星发射升空则困难重重。于是，AMSAT 的志愿工程师们向 ESA 提出可以在阿丽亚娜Ⅳ型火箭上开发一些当时没有利用的空间。由 AMSAT 帮助设计并制造一种叫作“用于辅助载荷的阿丽亚娜火箭结构”（简称 ASAP）的大型装载结构，用于发射小型卫星。这种结构安装在阿丽亚娜火箭末级的底座上。1990 年，ESA 利用此技术将 6 颗业余卫星全部送上轨道，AMSAT 节省了大量发射成本，ESA 也使用 ASAP 结构将类似的小型商业卫星不断地送上轨道。这种互相帮助的方法，使业余无线电爱好者获得了免费发射业余卫星的机会，并且推进了太空探索的技术发展，还为商业发射机构找到了提高服务质量和增加收入的新方法。

在业余卫星的设计和制造领域，世界各国的业余卫星组织与高校开展了紧密的合作。比如 AMSAT 与韦伯大学达成互助协议就是一个成功的事例，现在 Phase3-D（AO-40）卫星的模型就是由韦伯大学宇航技术中心的一群学生负责建造的。对于青年学生来说，有这样亲手制作飞行部件的实践机会是非常宝贵的，而高校学生具备的良好素质也满足了项目的要求，AMSAT 用很低的成本使用到高级人才。许多年来，AMSAT 从这些合作项目中受益匪浅。

再比如，美国无线电转播联盟（ARRL）和业余卫星组织为 NASA（美国国家航空航天局）的航天飞机研制了适应新空间的业余无线电设备。爱好者们总是无偿地将他们在通信技

术领域的技能奉献给每一次承担有业余无线电通信任务的航天飞机飞行计划。近几年SAREX工程（航天飞机业余无线电实验）的实施，使得很多国家的在校学生可以通过无线电与航天飞机上的宇航员进行联络。而“国际空间站上的业余无线电台”（ARISS）更是吸引了众多的爱好者。

3.业余卫星通信的操作

（1）业余卫星通信的准备工作可大致按以下步骤进行。

① 设定联络目标，即打算使用的模式和卫星。

业余卫星通信使用的模式可分为两大类：模拟模式和数据模式。在模拟模式中SSB和CW最为普遍，据统计超过75%使用业余卫星的地面电台装备了SSB和CW的设备。数据模式中最常用的是分组通信（Packet Radio）。

② 收集卫星最新的状态信息（频率、转发器的工作状态、是否可用等）。

国际业余卫星组织AMSAT（The Radio Amateur Satellite Corporation）网站为全球爱好者提供了业余通信卫星方面的丰富资讯。其“AMASAT在轨OSCAR卫星状况”页面列出了由世界各国爱好者提供的在轨业余卫星最新的工作状态报告，以及部分卫星详细资料的链接。本书附录21是这个页面的部分截图。

③ 学习如何跟踪卫星，并准备好电台设备。对于想利用业余卫星联络的地面电台来说，最关键的是接收设备和天线。

④ 调、校好电台，包括收发机、变频器、前置放大、天线及馈线等各个环节，然后在卫星的下行频率上守听。

⑤ 试在卫星的上行频率上发射，并和别人通联。

（2）架设电台时应着重考虑的问题有如下几方面。

① 在选择使用模拟方式还是数据方式进行通信时，大部分刚开始尝试业余卫星通信的爱好者，都选择使用模拟方式（SSB/CW）进行通联，因为这种方式简单易行。

② 上下行频率：不管采用什么模式进行通信，都需要一台能够在所选卫星转发器上行频率上使用的发射机和下行频率上使用的收信机。注意，对于SSB/CW通信来说，由于必须在发射的同时收听，所以一台简单的收发信机是不够的。大多数爱好者都是利用现有的设备进行通联，所以15m /10m /2m /70cm波段上的业余卫星活动是最广泛的。一般来说，使用频率越高，收发信机制作难度就越高，但通信连接的质量也越高。因此，卫星的设计者在选择转发器的时候会充分权衡各方面的因素。

③ 卫星的高度：常用的业余卫星分为低轨道（LEO）和长椭圆轨道（HEO）两种。低轨道卫星的高度一般在300～1500km，只比航天飞机的飞行高度略高；而长椭圆轨道卫星的飞行高度近地点在2500～4000km，远地点则在20000～45000km。除此以外，还有地球静止轨道（GEO），高度在36000km；居于LEO和HEO之间的中地球轨道（MEO/ICO），高度在6000～20000km。卫星高度的优、劣比较如表1-6所示。卫星高度示意如图1-1所示。

表1-6 卫星高度的优、劣比较

| 低地球轨道（LEO） | | 长椭圆轨道（HEO） | |
|---|---|---|---|
| 优势 | 劣势 | 优势 | 劣势 |
| （1）可以以低功率和简单的天线进行通联<br>（2）一般使用比较低的频率，收发设备易寻 | （1）覆盖有限，每天从头顶通过4～6次，每次不超过20min，最大通联距离不超过9000km<br>（2）由于频率低，易受电离层干扰，链路不稳定 | （1）覆盖范围大，通联距离可达18000km以上。10～12h绕地球一周<br>（2）链路可靠<br>（3）新卫星携带有大功率转发器和高增益天线，对地面电台的要求下降，如P3D | 高度高，要求地面电台有更高的功率、指向性天线和灵敏的收信机 |

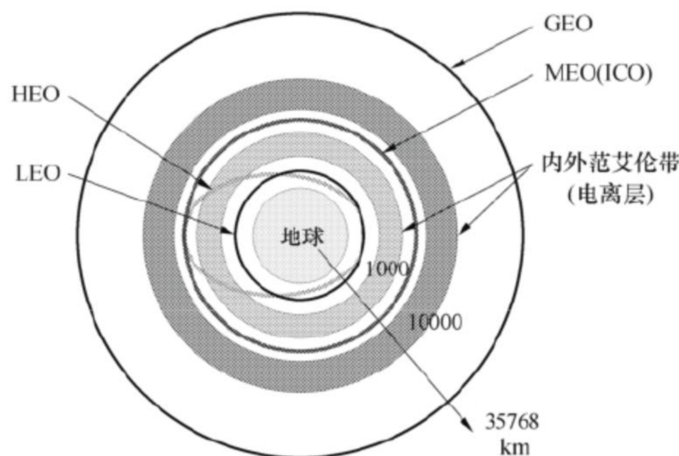



图 1-1 卫星高度示意

(3) 业余卫星通信操作需要的设备。根据目前正在运行的和即将发射的业余卫星情况，一个最基本的业余卫星地面电台由以下部件组成。

① 收信机：能支持 29MHz、145MHz、435MHz、2.4 GHz、10GHz 和 24GHz。

② 发信机：能支持 21MHz、146MHz、435MHz、1.2 GHz、2.4 GHz 和 5.7GHz。

③ 天线：要能支持你所需的全部频段。此外，由于卫星转发器都是设计成跨段收发的，所以要求天线收、发分离。同时也因为目前业余卫星多为沿轨道绕地旋转的，所以天线的仰角和方位角必须分别控制。天线系统对于地面业余电台来说十分关键，接收天线要能够提供良好的信噪比（噪声系数小于 2dB），而发射天线则应能将足够的能量发送到卫星（增益大于 12dB）。综合起来，天线需要着重考虑以下因素：

a.方向特性（增益值、增益方向）；

b.发射和接收特性；

c.效率；

d.极化方向（收信天线圆极化）；

e.连接效果（法拉第旋转和旋转调制）。

如果使用数据模式，还需要一个调制解调器（TNC）和计算机以及相应的软件。

4.卫星的转发器

卫星转发器有处理模拟信号和数字信号两类。目前模拟信号转发器为大多数爱好者所使用，模拟信号转发器又称线性转发器，它的作用是将上行频段内一组连续频率（频带）的信号经过放大，在另一个频段同样频宽的频带上重新发射。转发器将转发这个频带内的所有信号：SSB、CW、FM、数据、噪声、合法电台及非法电台等。业余卫星转发器的频带宽度一般为 40～250kHz。

在描述卫星转发器的时候，通常将上行频率（或者波长）放在前面。比如“带有 144MHz/29MHz 转发器的卫星”就是表示这颗卫星的转发器能将 144MHz 上的某个频带转发到 29MHz 上。我们也可以将这个转发器称为 2m/10m 转发器或者叫 A 模式转发器。

5.业余卫星的模式

通信卫星的模式代表了该卫星转发器的上行频率（波长）、下行频率（波长）和发射方式。目前流行的命名法有两种。

（1）老式命名法，如表 1-7 所示。

表 1-7 老式命名法

| 模式 | 上行频率 | 下行频率 | 发射方式 | 代表卫星 |
|---|---|---|---|---|
| A | 2m | 10m | SSB/CW<br>支持语音和电报 | AO-6, AO-7, AO-8, RS-1, RS-2, RS-5, RS-6, RS-7, RS-8, RS-10/11, RS-12/13, RS-15 |
| B(U) | 70cm | 2m | SSB/CW<br>支持语音和电报<br>部分卫星支持RTTY和SSTV | P3A, AO-10, AO-13, RS-14/AO-21, AO-24 |
| J | 2m | 70cm | SSB/CW<br>支持语音和电报<br>部分卫星支持FM语音 | OSCAR-4, FO-12, FO-20, FO-29, AO-27 |
| JA(J Analog) | 同上 | 同上 | SSB/CW | 同上 |
| JD(J Digital) | 同上 | 同上 | 2m FM,<br>70cm SSB/CW<br>支持Packet Radio | FO-12, FO-20, FO-29, UO-14, UO-22, K O-23, K 25, AO-16, LO-19, IO-26 |
| JL | 2m, 24cm | 70cm | J模式和L模式的结合 | AO-13 |
| K | 15m | 10m | SSB/CW<br>支持语音和电报 | RS-10/11, RS-12/13, Iskra-2, Isk ra-3 |
| K A | 15m, 2m | 10m | K模式和A模式的结合 | RS-10/11, RS-12/13 |
| KT | 15m | 10m, 2m | K模式和T模式的结合 | RS-10/11, RS-12/13 |
| L | 24cm | 70cm | SB/CW<br>支持语音和CW | AO-10, AO-13 |
| S* | 70cm | 13cm | SSB/CW<br>支持语音和电报 | AO-13, AO-24, AO-40 |
| T | 15m | 2m | SSB/CW<br>支持语音和电报 | RS-10/11, RS-12/13 |

注：S 模式原先设计为 24cm 上行/13cm 下行，但这个约定从来没有被遵守。许多爱好者使用 13cm～2m 的变频器来将下行信号转换到一个 2m 的接收机上，而不必购买 2.4GHz 的接收机。

（2）新式命名法：频率代码。频率代码如表 1-8 所示。

表 1-8 频率代码

| 频率 | 波长 | 代码 | 频率 | 波长 | 代码 |
|---|---|---|---|---|---|
| 21MHz | 15m | H | 2.4GHz | 13cm | S |
| 29 MHz | 10m | T | 5.7GHz | 6cm | C |
| 145MHz | 2m | V | 10.5GHz | 3cm | X |
| 435MHz | 70cm | U | 24GHz | 1.5cm | K |
| 1.2GHz | 24cm | L | | | |

新旧命名法对照如表 1-9 所示。

表 1-9 新旧命名法对照

| 老式命名法 | 新式命名法 | 老式命名法 | 新式命名法 | 老式命名法 | 新式命名法 |
|---|---|---|---|---|---|
| Mode A | V/T | Mode K | H/T | Mode L | L/U |
| Mode B | U/V | Mode K A | H, V/T | Mode S | U/S |
| Mode J | V/U | Mode K T | H/T, V | Mode T | H/V |

6.业余卫星的分类

根据卫星运行轨道和功能，业余卫星可分为以下 5 类。

（1）1Phase 1，以 OSCAR 1 和 2 为代表的早期业余卫星，发射于 20 世纪 60 年代初期。这些卫星只携带低功率的信标台，寿命只有几个星期，如 OSCAR 1～5。

（2）Phase 2，以 OSCAR 6/ 7/ 8 为代表的业余卫星，当前大部分可用的业余卫星均属此类。这类卫星最明显的特征是运行于低轨道（南北极地轨道或者低高度东西赤道轨道），因此爱好者只能在有限的时间内连接卫星，通联的范围也大大受到限制，如 OSCAR 6～9，OSCAR 11～12，14～23，25～36，RS1～8，RS10～16 等。

（3）Phase 3，Phase 3 卫星的研究开始于 20 世纪 70 年代中期，这类卫星运行于长

椭圆轨道之中。10～12 小时绕地球一周，如 OSCAR 10、13、40。之后一颗 P3E 是在 2004～2005 年间发射的。

（4）Phase 4，位于地球静止轨道上的业余卫星，目前此类的业余卫星都处在设计阶段。

（5）Phase 5，围绕月球或火星轨道运转的业余卫星，目前正在计划发射 P5A。

7.卫星的跟踪

对于地面上的爱好者来说，业余卫星是移动的物体。因此，要想通过业余卫星进行联络，必须首先解决以下两个问题：我的电台何时能够“看”到某颗卫星？我的天线应该指向何处？

这两个问题曾经困扰了早期从事业余卫星通信的先驱们，随着计算机和信息技术的发展，人们开始利用计算机程序来找出答案。今天，计算机程序能够告诉我们更多的信息。

（1）卫星的操作约定，比如某颗卫星哪些转发器是开着的，使用哪一个信标（地面的控制人员有可能会切换卫星上的设置来改变卫星的操作方法）。

（2）计算频率的偏移，即多普勒效应。当波源与接收者之间相对运动时，接收者接收到波的频率会发生变化，这种现象被称为多普勒效应。明显的例子就是当你坐在汽车里听对面来车按喇叭时的感觉，声音由低到高再由高到低。由于业余卫星对于地球存在相对的运动，所以地面业余电台和卫星之间建立起来的连接也存在着频率漂移的现象。

（3）计算卫星天线朝向与地面电台天线朝向间的夹角以及卫星和地面电台间的距离。这些数据和通联信号的质量密切相关。

（4）当前卫星覆盖的区域，也就是当前能够通过卫星通联的地区。

（5）当前卫星是在阳光之中还是在地球的阴影之中。有一些卫星只能在位于阳光之中时操作。

（6）下一次和某地点能够通联的时间。由于卫星每次过顶的角度和高度不同，所以并不是每一次卫星过顶时都能够和某地点进行通联。许多爱好者还用辅助软件来控制天线的指向、补偿多普勒频漂或是解码卫星的遥感数据。有一些软件甚至还可以定时开关电台，并自动获取卫星上的数据。

常用卫星追踪软件如表 1-10 所示。

表 1-10 常用卫星追踪软件

| 软件名称 | 操作系统 | 备注 | 费用 |
|---|---|---|---|
| Nova | Windows 9x /NT/2000/XP | 被NASA、美国空军和许多爱好者采用 | 付费 |
| PreDICT | Linux，UNIX，DOS，MacOS | 开放源代码的卫星跟踪软件。此软件由KD2BD编写 | 免费 |
| WinOrbit | Windows | | 免费 |
| WinTrak | Windows | | 付费 |
| WiSP | Windows | 包含完整的电台自动控制功能，为卫星数据通信设计 | 免费 |
| InStAntTrack | Windows | 由AMSAT开发 | 付费 |
| JTrack | Web（基于JAVA） | 由NASA开发 | 免费 |

8.我国的“希望”系列业余通信卫星

我国恢复开放业余电台以来，涉足业余卫星通信的爱好者越来越多，国家对于普及卫星通信科学知识也给予了高度重视。

2009 年 12 月 15 日 10 时 31 分，我国首颗搭载着业余无线电转发器的公益卫星“希望一号”（XW-1）在太原卫星发射基地升空并准确进入预定轨道。“希望一号”填补了我国业余无线电通信卫星项目上的空白，在国际业余无线电界引起了热烈反响，国际业余卫星组织将这颗卫星列入了国际业余卫星序列，编号为 HO68。

2015 年 9 月 20 号，我国又利用一箭多星技术，成功发射了“希望二号”系列业余通信卫星。希望二号系列卫星包括了 XW-2A 和 2B、2C、2D、2E、2F 共 6 颗卫星。

为能让更多的爱好者参与实验，国家无线电管理机构还于 2010 年 1 月做出决定，允许持有三级操作证书(2013 年之后转换为 A 类操作证书) 的业余无线电爱好者使用 145.800～146.000MHz 业余频段用于业余卫星通信实验。

XW-1 采用整星框架加承力板结构设计，非等边的八边形立柱构形，星上能源采用体装太阳电池阵与锂离子蓄电池联合供电方式，卫星质量 60kg，包络尺寸为 680mm×480mm。这颗卫星运行轨道类型为太阳同步轨道，高度 1200km，倾角 105°，轨道周期为 109min。所携带的遥测信标发射机发射频率为 435.7900MHz，以 CW 方式工作；调频转发器下行频率 435.6750MHz；线性转发器下行频率 435.7650～435.7150MHz，SSB/CW 模式；数据包存储转发器下行频率 435.6750MHz，AFSK 1200bit/s 模式。线性转发器上行频率 145.9250～145.9750MHz，SSB/CW 模式。其他方式上行频率均为 145.8250MHz，其中数据包存储转发器标准为 AFSK 1200bit/s，基于 AX.25 的 PACSAT 通信协议，星上的线性转发器和调频转发器不同时开启，开启方式由地面测控中心控制。

“希望一号”升空以后, 我国爱好者通过星上转发器和国内外业余电台进行了频繁联络, 许多爱好者用简单的天线装置就接收到了它的信标信号, 在全国青少年业余无线电通信比赛中, 小朋友们还练就了用手持简易天线和便携电台在户外快速跟踪和抄收卫星播发的遥测信号的本领。

希望二号 A 星（XW-2A）是一个边长为 400mm 的等边六面体，质量为 25kg，能源为体装三结砷化镓太阳能电池阵和锂离子蓄电池联合供电。希望二号 B、C、D 星较小，均为边长 250mm 的等边六面体，质量 9kg，能源和 XW-2A 一样。XW-2E 和 XW-2F 则更为小巧，质量各为 1.5kg。所有 6 颗卫星都配备有基本相同的业余无线电有效载荷，每颗卫星包括一个 U/V 模式线性转发器，一个 CW 遥测信标和一个数字遥测发射机。其中 XW-2A 运行在高度约 450km 的太阳同步轨道上，其他卫星运行在高度约 530km 的太阳同步轨道上。

希望二号系列卫星上行频率见表 1-11，下行频率见表 1-12。根据国际业余卫星组织网站截至 2020 年 9 月底的报告，各星业余通信载荷均工作正常。可以肯定，随着希望二号系列卫星的顺利发射，我国爱好者在业余无线电空间通信试验中一定会取得更加丰硕的成果。

表 1-11 希望二号系列卫星上行频率

| 卫星 | 频率范围（MHz） | 带宽（kHz） | 应用 |
| --- | --- | --- | --- |
| 希望二A<br>XW-2A | 435.030～435.050 | 20 | 线性转发（频谱倒置） |
| 希望二B<br>XW-2B | 435.090～435.110 | | |
| 希望二C<br>XW-2C | 435.150～435.170 | | |
| 希望二D<br>XW-2D | 435.210～435.230 | | |
| 希望二E<br>XW-2E | 435.270～435.290 | | |
| 希望二F<br>XW-2F | 435.330～435.350 | | |

表 1-12 希望二号系列卫星下行频率

| 卫星 | 呼号 | 应用 | 频率范围（MHz） | 带宽（kHz） | 发射功率（dBm） | 调制体制 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 希望二A XW-2A | BJ1SB | 数字遥测 | 145.640 | 30 | 20 | 9.6/19.2kbit/s，GMSK |
| | | CW信标 | 145.660 | 0.1 | 17 | 22wpm，CW |
| | | 线性转发 | 145.665～145.685 | 20 | 20 | |
| 希望二B XW-2B | BJ1SC | 数字遥测 | 145.705 | 30 | 20 | 9.6/19.2kbit/s，GMSK |
| | | CW信标 | 145.725 | 0.1 | 17 | 22wpm，CW |
| | | 线性转发 | 145.730～145.750 | 20 | 20 | |

续表

| 卫星 | 呼号 | 应用 | 频率范围（MHz） | 带宽（kHz） | 发射功率（dBm） | 调制体制 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 希望二C XW-2C | BJ1SD | 数字遥测 | 145.770 | 30 | 20 | 9.6/19.2kbit/s，GMSK |
| | | CW信标 | 145.790 | 0.1 | 17 | 22wpm, CW |
| | | 线性转发 | 145.795～145.815 | 20 | 20 | |
| 希望二D XW-2D | BJ1SE | 数字遥测 | 145.835 | 30 | 20 | 9.6/19.2kbit/s，GMSK |
| | | CW信标 | 145.855 | 0.1 | 17 | 22wpm，CW |
| | | 线性转发 | 145.860～145.880 | 20 | 20 | |
| 希望二E XW-2E | BJ1SF | 数字遥测 | 145.890 | 16 | 20 | 9.6kbit/s，GMSK |
| | | CW信标 | 145.910 | 0.1 | 17 | 22wpm，CW |
| | | 线性转发 | 145.915～145.935 | 20 | 20 | |
| 希望二F XW-2F | BJ1SG | 数字遥测 | 145.955 | 16 | 20 | 9.6kbit/s，GMSK |
| | | CW信标 | 145.975 | 0.1 | 17 | 22wpm，CW |
| | | 线性转发 | 145.980～146.000 | 20 | 20 | |

### 1.4.5 月面反射通信研究

月球是地球唯一的天然卫星, 能不能利用月球把地面上发射出去的信号反射到地球上的另一个地点从而实现远距离通信呢？爱好者对此做出了巨大的努力, 直至 1960 年由 W6HB 和 W1BU 两个美国业余无线电团体在 1296MHz 上首次实现利用月球表面无源反射进行的业余无线电双向通信。这种通信方式被称为“月面反射通信”（EME，Earth-Moon-Earth）。从此之后，探索者的队伍迅速壮大，世界各国的爱好者不懈努力，进行着各种模式的 EME 通信实验。在计算机技术尚不发达的时候，爱好者经常在 50～1296MHz 的各业余频段上用 CW、SSB 模式进行双向联络。美国 ARRL 等一些国家的业余无线电组织还组织 EME 通信的国际比赛。中国清华大学的业余电台 BYIQH 也曾在 1997 年 10 月 19 日，用 2m 波段成功地和瑞典 SM5FRH 等业余电台进行了我国第一次双向 EME 试验。

随着计算机技术的发展和普及, 具有自动纠错功能的数据交换方法和程序不断涌现并被用于无线电通信，业余无线电爱好者也编写出了如著名的 JT65 那样的适用于极弱信号环境下的无线电通信协议（见本章 1.4.2 之 5），实现可靠 EME 通信的愿望已非遥不可及。

### 1.4.6 移动通信研究

与穿梭在城乡天地间安装在各种交通工具上的业余电台、临时架设进行业余无线电通信实验和竞赛的电台、参与配合突发事件应急通信的业余电台间的通信都属于业余无线电移动通信。如何在没有商业移动通信网络（如手机、卫星电话）条件下，利用广泛生存于民间的设备搭建起畅通的业余无线电移动通信网, 是世界各国爱好者又一个不懈努力的方向, 而要获得可靠、快速、多模式的通信效果，依然面临着许多待解之题。

许多国家定期举行大范围的移动通信活动日。如美国每年 6 月最后一周的星期六和星期日为“户外日”（Field day），每到这一天，爱好者就把自己的电台设备带到野外相互

联络，唯一的要求就是不用市电。我国爱好者也经常组织各种活动，如“业余无线电应急通信演练”“无盲区天线通信比赛”“V/U 通信日”等，试验和改进天线装备，检验和熟练运用各种通信手段的能力技巧，锻炼和提高了业余无线电爱好者在突发性自然灾害中服务于社会应急通信并为之做出贡献的能力。

### 1.4.7 小功率通信研究

世界上许多爱好者热衷于用只有几瓦甚至更小功率的电台进行远程通信试验，他们为如何利用尽可能小的发射功率，联络到距离尽可能远、范围尽可能广的业余电台而发着“高烧”，并因此而不断地推出一些性能优良的小功率电台，而利用不到 5W 功率的 QRP 小功率业余电台，沟通全球并取得 WAC 奖状的爱好者，在世界上已不乏其人。在对保护电磁环境的要求越来越高的今天，用尽可能小的发射功率实现更远距离的通信有着非常重要的现实意义，而层出不穷的面向微弱信号无线电数字通信软件也使得 QRP 小功率通信有了更加广阔的天地。

### 1.4.8 V/U 波段通信

V/U 波段通信泛指 30～3000MHz 的通信，其中 30～300MHz 为 VHF 段（甚高频），300～3000MHz 为 UHF 段（特高频）。

在许多国家制定的业余无线电操作等级标准中，都规定了初级操作员只能使用 V/U 波段进行发射活动。我国也是如此，V/U 波段成为所有爱好者加盟业余无线电之后的首用频率。

在我国，VHF 段中的业余频段有 50～54MHz、144～146MHz、146～148MHz。其中 144～146MHz 为业余业务专用频段，其余两段均为和其他业务共用的频段，且 50～54MHz 业余通信是次要业务。UHF 段中属于业余频段的有 430～440MHz、1240～1300MHz、2350～2450MHz，这 3 段均为和其他业务共用的频段，而且业余业务都是次要业务。

V/U 波段包括了大量专业业务的通信，如航空导航、卫星通信、广播电视及交通、公安、消防等固定或移动业务，这些通信关系着人民的生命财产，关系着社会的安全稳定，十分重要。每一个业余无线电爱好者，都必须严格遵守国家有关法令，不在这些非业余无线电频率上进行发射和收听。对于业余业务属于次要业务的频段，各地无线电管理机构根据当地的情况，有可能对业余无线电通信采取部分禁用或限用的措施，我们应该了解和严格遵守。

V/U 波段电磁波的传播方式主要是直线传播，“视距通信”是这个波段通信的特点。在这个波段里，一般情况下通信距离取决于电台所在位置，双方天线之间没有高大建筑物或山地阻挡，小功率也可以实现远距离通信。

在 V/U 波段中，144MHz（2m）频段和 430MHz（70cm）频段是爱好者的“入门波段”，也是业余无线电“人气”最旺的地方，世界上数以百万计的爱好者中，70%活跃在这个波段上。爱好者们可以通过手持式对讲机或车载电台，在数千米范围内进行实时联络，也可以通过由业余无线电组织设置的中继台在数十千米范围内相互交流通信，十分方便。

如何选择 V/U 波段通信设备？常见的设备均为 FM 调频模式，除了工作频率及发射功率必须是在无线电管理机构批准的和你的业余通信操作允许范围内，其实用性是最主要的。通过销售商用电脑设置频率（即写频）的设备也可以使用，但不很方便。收、发频率最好可以分别设置，这对于能否使用当地的中继系统是很重要的。电池块、充电器等配件、附件应较易获得。有关业余无线电设备的介绍见本书第 7 章。

我国每年的 5 月、6 月、7 月，是 144MHz 传播条件最好的时候，“中、日、俄、韩 2m 通信试验”已经吸引了内地及香港、澳门特别行政区及我国台湾地区的许多爱好者，通信距离的纪录不断被刷新。144MHz 也是 EME“月面反射通信”的常用频段。这些通信实验一般使用 SSB 单边带模式，爱好者通常选用集 HF 短波和 VHF 超短波于一体、功率较大的设备进行。

50MHz（6m）频段是高频与甚高频之间的临界频段，其传播特性也最为奇特。冬季的

早晨，周边国家的信号如同本地台那样清晰响亮，捕捉“突发性 E 层”和捉摸不定的流星余迹进行超远程通信是这个频段最具魅力的课题之一。不过，我国南京等城市因为广播电视仍在使用这个频段，6m 波段业余通信还只能停留在“收听”阶段。

对于 1200MHz 以上频段，我国爱好者也已涉足，并取得一定的成绩。在这些频率段，利用其比较宽的频带，进行速度更快、保密性更强的无线电数据通信，如“扩频通信”已经成为现实。1200MHz 以上频段，由于波长极短，天线、元器件出现了新的形态，延长相互间的通信距离变得更为困难，向更高的频率进军，为人类开发新的电磁波资源，正是这些频段对无线电爱好者提出的挑战。

**1.4.9 网络业余无线电**

1.VoIP 网络业余无线电通信

在国际互联网和计算机技术飞速发展的浪潮中，一种将业余无线电和网络技术结合起来的新的通信方式应运而生。人们把这种通信方式称之为 VoIP。VoIP（Voice-Over-IP）即语音信号通过互联网在不同的 IP 地址之间传递。司空见惯的“网络通话”过程是，语音信号经计算机声卡转变为数字信号，通过相应软件的控制，经过互联网的传递，再由另一台计算机将此数据流接收下来并经过相应软件处理，还原成语音输出。而 VoIP 与这种通常的网络通话所不同的是，语音信号的来源和输出对象都是业余电台。一部移动使用的手持式对讲机或是一部车载电台通过中继装置（被称为“节点”）与互联网中特定的服务器相连，自己的声音被传送到网络另一端，再通过接收端中继台和另外一个移动或者固定的业余电台进行 QSO。当然，也可以直接利用计算机通过网络呼叫这个 VoIP 系统中的其他电台，完成“交叉”方式 EQSO。

世界各国的爱好者在这一通信试验中，建立了不同的数据标准，编写了不同的软件，通过不同的硬件和网络系统中的服务器，建立了不同的 VoIP 系统。爱好者们可以通过计算机找到这些网站，下载相应的软件，在电台和计算机之间建立起必要的连接，并按照要求加入这些系统中去。目前常见的 VoIP 系统有以下几种。

（1）IRLP。它的设计者是加拿大爱好者 David Cameron，VE7LTD。IRLP 系统自 1997 年 11 月问世以来，经过不断的完善和改进，有了比较成熟的软硬件支持，获得了众多爱好者的青睐。

（2）EchoLink。这是我国爱好者比较熟悉的一个 VoIP 系统。各地的业余无线电网，如本地的中继台，通过“地方主控台”也即“节点”，汇合到网络中的会议服务器上。一些分散在偏远地方的 HAM 也可以直接进入会议室。通过系统软件，我们可以看到遍布世界各地登录在 EchoLink 系统中的全部成员的动态信息，并有可能听到其中任一电台的声音并与之 QSO。EchoLink 网站可以指导你如何成为这个系统的一员。

（3）WIRES-Ⅱ。这个系统最初是由美国爱好者创立的，经过不断的改进和完善，现在成为了日本 YAESU 公司商品生产的一部分，由该公司为业余无线电设备提供完整的网络连接硬件和软件包。据称日本近 80%的 HAM、世界各国有近两千个业余电台加入这个系统。

（4）D-star。这个 VoIP 系统是由日本业余无线电联盟 JARL 创造的，现在已经嵌入日本 Icom 公司生产的收发信设备当中。

VoIP 通信把分散在世界各地的业余电台通过互联网紧紧联系到了一起，DX 变得不再遥远，QSO 更加便捷可靠。由于在应急通信中可能发挥的独特作用，这种通信方式正在得到业余无线电组织和社会各界越来越多的关注和重视。

当然，由于技术和网络安全的原因，目前还没有办法把各种 VoIP 统一为一体，让人们体验到与真正的 DX 联络一样的宽广和自由，但可以相信，爱好者的这个梦想一定会变为现实。

2.WebSDR 网络软件无线电

软件无线电（SDR，Software-Defined Radio）是 20 世纪 90 年代兴起的一项新技术，其基本思想是将硬件作为通用的基本平台，把尽可能多的无线电通信功能通过可编程软件来实现，使无线电系统可以灵活地实现各种功能，并可以在硬件平台基本结构不变的情况下，通过改变软件来改进升级、使用新技术。SDR 已经成为现代无线电技术的重要发展方向。

WebSDR（Web-Software-Defined Radio），我们把它称之为网络软件无线电。这是软件无线电技术和互联网技术相结合的产物。爱好者们运用计算机技术设计制造出高质量的宽频带收信机，并在电磁环境良好的地方建立收信台。他们把收信机收到的信息实时上传到互联网上，只要登录这些网站，你的计算机就成了一台软件无线电收信终端，可以收到从异国他乡收信台上传的各种无线电信号，不必架设电台便可领略业余波段上热闹非凡的奇妙景象。

要体验 WebSDR 并不困难，先下载免费的 JAVA 系统，然后浏览 WebSDR 链接中的收信台网址。这时，业余波段的频谱图便显示在网页下方。你可以任意选择其中的波段、频点，变换工作模式和频带宽度，非常清楚地收听到欧美“本地电台”在和远方的 DX 电台通联。如果你已经有了短波电台，还可以通过 WebSDR 检测一下自己的信号传到远方是否够强。

3.OpenWebRX 开源网络软件无线电

OpenWebRX 是无线电爱好者 HA7ILM（AndrásRetzler）创建的开源项目，也是基于 Web 的频谱接收解调工具，该工具已在全球 200 多个服务器中使用。不同于 WebSDR，OpenWebRX 更加开放，更加注重在小型轻量化硬件设备上实现各种模式尤其是数字通信模式的解调，比如与 OpenWebRX 同时推出的 KiwiSDR 硬件项目，在安装完成 OpenWebRX 系统后只需要插上电源和网线，即是一台可以随时访问的、同时显示 0～30MHz 带宽的在线 SDR 设备，支持多用户同时访问，并且不需要第三方软件就可在网页上完成如 CW、DRM、SSTV 等模式的解调工作。另外在 PC 机或“树莓派”上结合 RTL-SDR 设备也同样可以实现以上功能，甚至还可实现在线解调如 FT8、DMR、PACKET 等功能。

OpenWebRX 原项目创始人已停止开发，但作为开源项目产生了多个分支团队继续进行更多功能的开发工作，如果感兴趣可登录相关网站获得更多信息。

4.SDR-RADIO V3 网络软件无线电

SDR-RADIO V3 网络软件无线电是 Windows 平台上功能强大的 SDR 接收软件，其中提供了将本机所使用的 SDR 设备转变成可在线远程操作的服务端应用。与上述网络 SDR 软件不同的是，SDR-RADIO V3 自身支持的 SDR 硬件相当丰富，另外即使远程连接在线 SDR 服务器，其操作同控制本地设备那样完全相同的。由于可以轻松搭建服务器，远程用户体验感更好，扩展性更强，受到广大无线电爱好者喜爱，全球也分布着众多的服务器。

5.SDR#网络软件无线电

与 SDR-RADIO V3 类似，SDR#也是一款广受欢迎的 SDR 软件，其中也集成了远程 SDR 的连接客户端功能。不同的是硬件主要集中在自己开发的 AIRSPY 系列硬件和市场较多的 RTL-SDR 设备。

6.电台远程控制系统 RCForb

RCForb 是一个无线电团体合作开发的一款电台远程遥控软件，可以安装在手机或者 PC 电脑上。这样，无论身在何处，只要拿出手机或者 PC 电脑，就可对家中或俱乐部电台的天线和短波电台设备包括转向器、功放及天线切换器进行遥控操作，享受操作远程电台的乐趣。

RCForb 软件可在 remotehams 网站注册并下载。

**1.4.10 业余无线电测向**

业余无线电测向，英文名 Amateur Radio Direction Finding（ARDF），又被称为“猎

狐”（Fox Hunting），是由欧洲的爱好者于 20 世纪 40 年代发起的集业余无线电技术和户外运动于一体的一项活动。爱好者们借助自己制作的具有准确方向性的天线和接收机，运用电波传播知识和业余无线电操作技能，准确探测出发射机方位并迅速找到这些电台是这项活动的基本形式。国际业余无线电联盟（IARU）为业余无线电测向活动规定了使用频率（3.5MHz 和 144MHz 业余波段范围内）和测向电台的专门呼号（MOE、MOI、MOS、MOH、MO5 以及终点信标 MO 等），并制定了业余无线电测向世界锦标赛竞赛规则。

由于这项活动所特有的趣味性和挑战性，几十年来吸引了世界各国大量业余无线电爱好者和青少年参加，国际业余无线电联盟和许多国家的业余无线电组织也把这项活动作为帮助更多的人了解和体验业余无线电乐趣的户外运动项目来加以普及和推广。

本书附录 23 介绍了业余无线电测向机的设计与制作方法，旨在帮助有兴趣的朋友更多地了解这方面的知识。

# 第 2 章　业余无线电通信操作实践

## 2.1 业余电台的通信内容

业余无线电通信是借助业余电台来完成的，业余电台的性质确定了它的通信内容，在正常情况下仅限于技术交流、个人情况的介绍以及竞赛。在遇到自然灾害或紧急救援等特殊情况时，经受灾国家主管部门同意，业余电台可临时用于抢险救灾。业余无线电通信不以谋取利润为目的，除因紧急救援外，使用业余电台为第三者传送国际通信是绝对禁止的。在业余通信中不涉及政治、宗教是全世界爱好者恪守的信条，把业余电台用于广播娱乐、传递不宜公开的消息、泄露国家机密更是国法所不允许的。在业余电台上漫无边际长时间的聊天甚至调笑则是全世界爱好者都十分讨厌的。

按照惯例任何业余电台都必须遵守以下各点。

（1）只准与业余电台联络并使用明语通信。

（2）至少每十分钟发出一次呼号。

（3）语言、态度文明礼貌，通信联络简明扼要。

（4）不得做广播娱乐之用，不得在机上调笑、嬉闹。

（5）在电台执照和《操作证书》核准的项目范围内进行操作。

（6）不准无《操作证书》的人员上机操作。

（7）不得阻碍他台通信，不得截听和扩散其他电台的通信内容。

（8）每次联络必须如实填写电台日记，并长期保存。

（9）承担按国际惯例交换 QSL 卡片的义务。

（10）严禁从事商业或其他与盈利有关的活动。

（11）严禁利用业余电台进行政治、宗教活动。

（12）严禁在业余电台上议论个人隐私以及国家和单位的秘密。

一次成功的联络，至少应包括 3 件事：双方都正确地抄收了对方的呼号，交换信号报告，将这次联络情况正确地记录在电台日记上。

一般情况下，业余通信还应包括这样一些内容：介绍自己的姓名，电台所在的地理位置，交换相互通信的凭证——QSL 卡片的地址或途径，交换所用设备的情况，天气情况等。

友好是全世界爱好者的信条之一，所以在每一次联络中都少不了热情的问候。说一声“73”是 HAM 向对方致敬的独特方式，也是业余通信与其他业务通信用语区别之一。

以上内容在每次联络中如何筛选，则应视联络当时的情况而定，双方收听情况良好且频率空闲，则可多选、甚至可超出上述范围，交谈双方都感兴趣且为法则所允许的内容，可多讲，反之则应少讲甚至不讲这些内容。

## 2.2 业余电台的信号报告

业余无线电通信的宗旨之一就是交流技术，而收听到对方信号的情况则是最必要的技术数据，所以业余通信中有义务首先向对方报告信号。

业余电台的信号报告由代表信号可辨度的“R”（Readability，信号的清晰程度）、代表信号强度的“S”（Strength，信号的大小）以及代表信号音调的“T”（Tone，信号的质量）3 部分组成，所以信号报告也常称为“RST”。在语言通信中，只报告前两项；在电报、电传及其他一些数字通信中应报告全部 3 项。

信号可辨程度“R”，位于报告的第 1 位，共分 5 级，用 1～5 中的一位数字表示：

1——信号不可辨。

2——不容易辨别，偶尔个别字可辨。

3——能辨别，但困难。

4——能辨别，没什么困难。

5——非常清楚。

信号可辨程度的判断依靠主观经验。在通常情况下，有经验的 HAM 对于能顺利进行联络的信号总是给予最高等级——5 的报告。

信号强度“S”，位于报告的第 2 位，共分 9 个级别，用 1～9 中的一位数字表示：

1——刚有些知觉，极弱。

2——很弱。

3——弱。

4——强度尚可。

5——信号还好。

6——好信号。

7——有一定强度的信号。

8——强信号。

9——特别强的信号。

信号强度报告可以借助收发信机面板上的仪表指示判读。一般情况下，收信部分仪表的指针能随着信号的大小摆动。仪表度盘上有一条标有“S”的弧线，上面有 1～9 的刻度。只要观察指针摆动幅度最大时指示的位置便可准确地给出信号强度报告。当特别强的信号使指针摆动超过 9 时，你可将超出指示的读数“10、20、……、60”等报给对方，这些读数的单位是分贝（dB）。如 59 超出 20，表示了信号强度超过 9 级 20dB。有些收信机没有“S 表”，则应参照上述定级标准依靠主观判断。

音调报告“T”，位于报告的第 3 位，也用 1～9 中的一位数字表示，每一级差代表接收到的信号功率相差 6dB。

数字 1 表示有很强的交流声，以后随着数字增大，表示音质不断改善，直至数字 9 表示非常纯正悦耳的声音。音调报告依赖于主观判断。在用语言通信中，信号报告不含本项，只需可辨度和强度两项。而且，由于设备质量的提高，现在一般的商品机都能保证发出的信号不含有明显的交流声，也没有明显的音调漂移，因而很容易得到音调“9”的报告。

在报告信号时，代表“RST”的 3 位数字应同时报出，因此，对于好信号的报告，在语言通信中就是“59”，而在电报、电传等通信中的报告就是“599”了。

准确的信号报告，可以使双方了解自已收、发信设备的效率、电磁波的传播情况等，以保证通信的顺利进行或采取有效的改进措施。

### 2.3 业余电台地理位置的报告

业余电台之间通信联络时，在一般情况下，除应及时向对方报告信号和自己的姓名外，还应详细地报告自己电台所在的地理位置，这也是重要的技术数据。在两个电台沟通联络后，虽然从呼号中可以知道电台的大致位置，但终究范围太大。为便于对方结合信号报告，更好地分析电波传播情况及收发信机的性能，知道报告信号的电台具体地理位置无疑是非常重要的。报告地理位置的方法，通常有以下几种。

（1）直接报告自己电台所在地的名称，这种方法一般是用“Q”简语中的 QTH 来进行报告的，如：

【My QTH in Shanghai China】我的电台位置是中国上海。

【... and QTH in Tianjin】……我的位置在天津。

有的爱好者还在报告的地方名称后面加些具体的说明，如：

【My QTH in Beijing The capital city of China】我的电台位置在中国首都北京。

【My QTH is Gaobeidian Hebei Near Beijing】我的位置是河北省高碑店，在北京附近。

有时还可进一步加上在某大城市的什么方向以及距离多少千米等，以便使对方能更容易知道自己的位置。

这里应注意的是 QTH 简语，其含义是地理位置，而不是通信地址。通信地址与地理位置是两个不同的概念，通信地址有时可以是信箱，如中国无线电运动协会总部电台 BY1PK 的通信地址是北京 6106 信箱。如果报告 QTH 时，报成 My QTH is P.O.Box 6106 Beijing China，那是错误的。

（2）报告自己电台所在的经纬度。这种方式尤其适用于正在移动着（如在海洋中航行等）的电台。报告时也是使用 Q 简语 QTH 的，如：

【My QTH is E 116°28′43″and N 39°58′34″】我的位置在东经 116°28′43″，北纬 39°58′34″。

【My QTH is W 58°22′12″ and S 34°37′13″】我的位置在西经 W 58°22′12″，南纬 34°37′13″。

（3）利用业余无线电网格定位系统，即梅登黑德定位系统（Maidenhead Locator System），报告自己电台的地理位置。

该系统因 1980 年业余无线电 VHF（甚高频）管理人员在英国伦敦附近的梅登黑德开会时被提出而得名。这是一种用 4～6 个字符就能报告电台精确位置的方法，用这种方法可以减少很多设在非著名城市的电台在报告自己位置时需做的繁杂解释，也可避免在用经纬度报告地理位置时，需报出既费时又易出错的一大串数字，如遇干扰或用 CW 联络时，要发出或抄对一大串数字则更为困难。

那么这些网格是如何划定的呢？它是将整个地球的表面分成 18×18＝324 个“场”（field），各占经度 20°，纬度 10°；每“场”中又被分为 10×10＝100 个“方”（square），各占经度 2°，纬度 1°；再把每个“方”分为 24×24＝5766 个“块”（subsquare），各占经度 5′，纬度 2.5′，这样整个地球表面即被分为 18662400 个小网格（“块”）。其中每个“场”在地球上的位置用 AA～RR 间的两个字母表示，每一个“方”在“场”中的位置用 00～99 的两个数字表示，每 1 个“块”在“方”中的位置又用 AA～XX 之间的两个字母表示。以上每两个字符中的第 1 个均表示经度方向的序号，第 2 个均表示纬度方向的序号。网格位置的起点设在东（西）经 180°的南极端，经度的序号由西向东排列，纬度的序号由南向北排列。粗略的网格位置可用 4 个字符表示，如上海为“PM01”；比较精确的网格位置，则可用 6 个字符表示，如北京为“OM89EV”。使用该系统只要有 6 个字符就可报出误差不超过 10km 的地球上任何地点。图 2-1 为世界业余无线电网格定位图，是为了让爱好者对全世界网格定位的大致情况有个基本了解而列出的一个粗略简图，所以只能在 6 位数据中标到前两位，如要 6 位数据标齐的全世界网格定位图，那将是一本不薄的小册子。显然，这不是本书所必要的。为了使爱好者们能了解到世界上任何一点的网格定位的具体数据，下面列出了一个 BASIC 程序，只要输入你所求地点的经、纬度，即可求出该地网格定位系统的 6 位数据了。

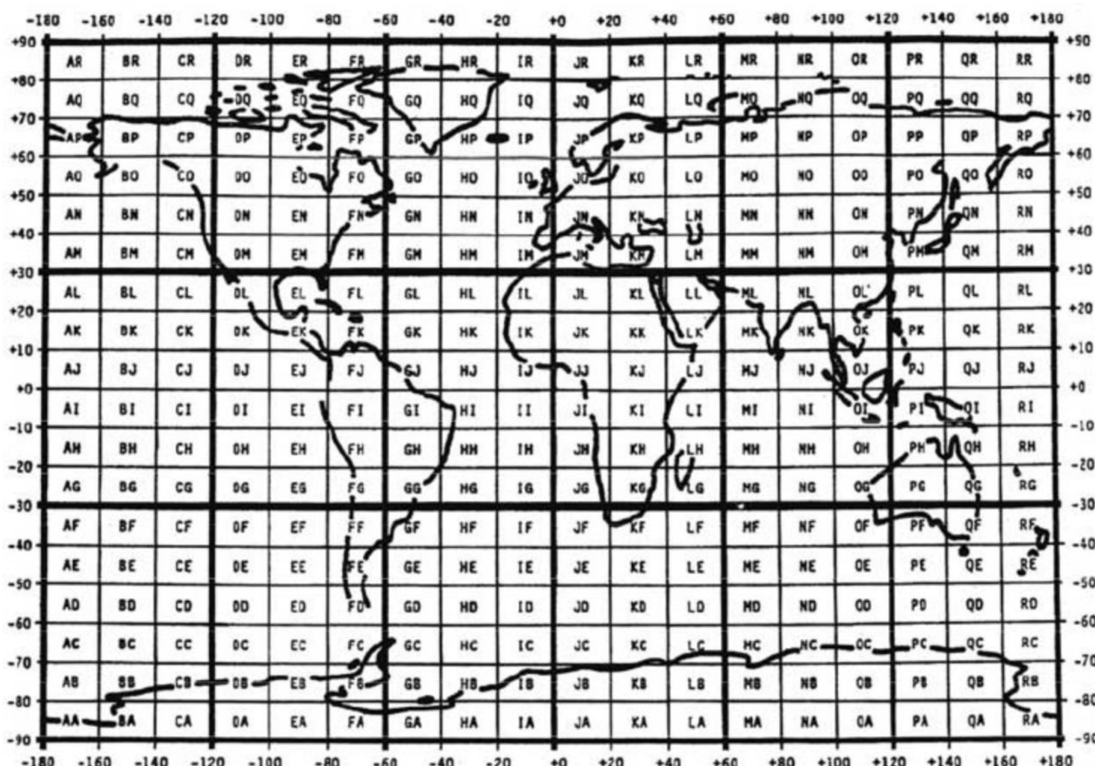



图 2-1 世界业余无线电网格定位图

```
  5 cls
 10 print ″请依次输入所求地点经度的度、分、秒，中间用逗号隔开，″
 20 input ″东经为正、西经为负：″；a，b，c
 30 x = a + b/60 + c/3600 + 1 + 1000000
 40 if x < -180 or x > 180 then print″输入错误，请重新输入…！″：cls：goto 10
 50 print ″请依次输入所求地点纬度的度、分、秒，中间用逗号隔开，″
 60 input ″北纬为正，南纬为负：″；d，e，f
 70 y = d + e/60 + f/3600 + 1/1000000
 80 if y < -90 or y > 90 then print ″输入错误，请重新输入…！″：cls：goto 50
 90 a = x/20 + 9：b = int（a）
100 L $ = chr $（B + 65）：c = y/10 + 9：D = int（c）
110 L $ = L $ + chr $（D + 65）：a =（a-b）*10：B = int（a）
120 L $ = L $ + chr $（B + 48）：c =（c-d）*10：= int（c）
130 L $ = L $ + chr $（D + 48）
140 b = int（（a-b）*24）：L $ = L $ + chr $（B + 65）
150 d = int（（c-d）*24）：L $ = L $ + chr $（D + 65）
160 print ″″
170 print ″**************************″
180 print ″你所求地点的网格位置是：″；L$。
190 print ″**************************″
200 end
```

现在我们已经知道什么是业余无线电的网格定位系统，那么在实际通信联络中如何使用呢？向对方索取网格定位系统位置的方法是：

用等幅报（CW）或数传联络时，一般可用：

【Pse ur loc? ...】

用语音（话）联络时，一般可用：

【What is your grid location? ...】

这两句话的意思都是“请告诉你台在网格定位系统的什么位置上？”。

回答的方法是：

用等幅报（CW）或数传联络时，一般可用：

【My loc is OM16VB ...】

用语音（话）联络时，一般可用：

【My grid location is OM16VB ...】

这两句话的意思都是“我的电台在网格定位系统的 OM16VB 位置上（即兰州）”。

以上是几种报告业余电台地理位置的常用方式，爱好者可根据情况及需要灵活选用，有时也可合并使用，如：

【My QTH is Liaoyuan Jilin and grid location is PN22MW】即我的电台在吉林辽源，网格定位系统的位置是 PN22MW。

应注意的是，无论用什么方法报告电台位置，在用语音（话）方式通信联络时，所有的字母都应使用本章 2.6 节中所述的字母解释法，逐个进行解释。

## 2.4 业余电台的 QSL 卡片

### 2.4.1 什么是 QSL 卡片

“QSL”在通信用的 Q 简语中是“收妥了”“给收据”的意思。QSL 卡片是业余电台特有的一种确认联络或收听的凭证，所以每个电台都应有自己的 QSL 卡片。得到尽可能多的不同国家、不同地区寄来的卡片是爱好者不懈的追求目标。国际和许多国家业余无线电组织颁发的业余电台奖状，是以 QSL 卡片为申报凭证的，许多重要的国际业余电台竞赛也是以收到的 QSL 卡片作为评定成绩的依据。所以，把自己的 QSL 卡片及时寄给对方是每一个爱好者应尽的义务和诚信的体现。随着互联网的普及，也有一些电台在 QSO 时就声明只交换电子卡片（E-QSL Card），所以也有必要设计好一张有个性的电子 QSL 卡以备这样的需要。

### 2.4.2 如何制作 QSL 卡片

QSL 卡片的尺寸一般为：长 14～15cm，宽 9～10cm。为邮寄方便，以取下限值为好。

QSL 卡片必须印有醒目的本台呼号。除此之外，卡片上还应包括以下各项内容。

（1）发至何台。

（2）确认双方的联络或收听台的报告，如果是收听台卡片，此项也可以不要。

（3）联络的年、月、日、时、分。

（4）联络时所用的频率。

（5）联络时所用的操作方式。

（6）对方的信号情况，即 RST 报告。

（7）本台所在地及交换 QSL 卡片详细地址的中英文说明，个人电台应有本人姓和名的中文和汉语拼音的印刷体标志。

（8）单位设置的电台应有本台的中英文台名。

（9）收听台卡片还应有收听对象的工作情况即 WKD/CLG 栏，其中 WKD 表示对方和谁联络过，CLG 表示对方在呼叫谁。

（10）操作者签名。

除以上必须包括的内容外，许多 QSL 卡片还印有自己所属业余无线电组织的会徽，所处的 ITU 和 CQ 分区、所获“奖状”、介绍设备、天气情况及附言等栏目。

收听台向听到的业余电台寄发自己的 QSL 卡片，称收听报告卡片，也就是通常所说的 SWL 卡片。这种卡片的制作要求和 QSL 卡片基本相同。

QSL 卡片（包括 SWL 卡片）的式样可以是多样的：可以加入必要的图案、照片等，可以是双面印刷，也可以把所有内容都印在一面。

现介绍几种常见的 QSL 卡片和 SWL 卡片的样式。

1.双面印刷的 QSL 卡片

双面印刷的 QSL 卡片，一般在正面印刷图案、照片和自己的呼号等，反面则为需要报告的各项内容。如图 2-2（a）和图 2-2（b）所示即为双面印刷带有图案的 BY1PK 卡片的正、反两面。

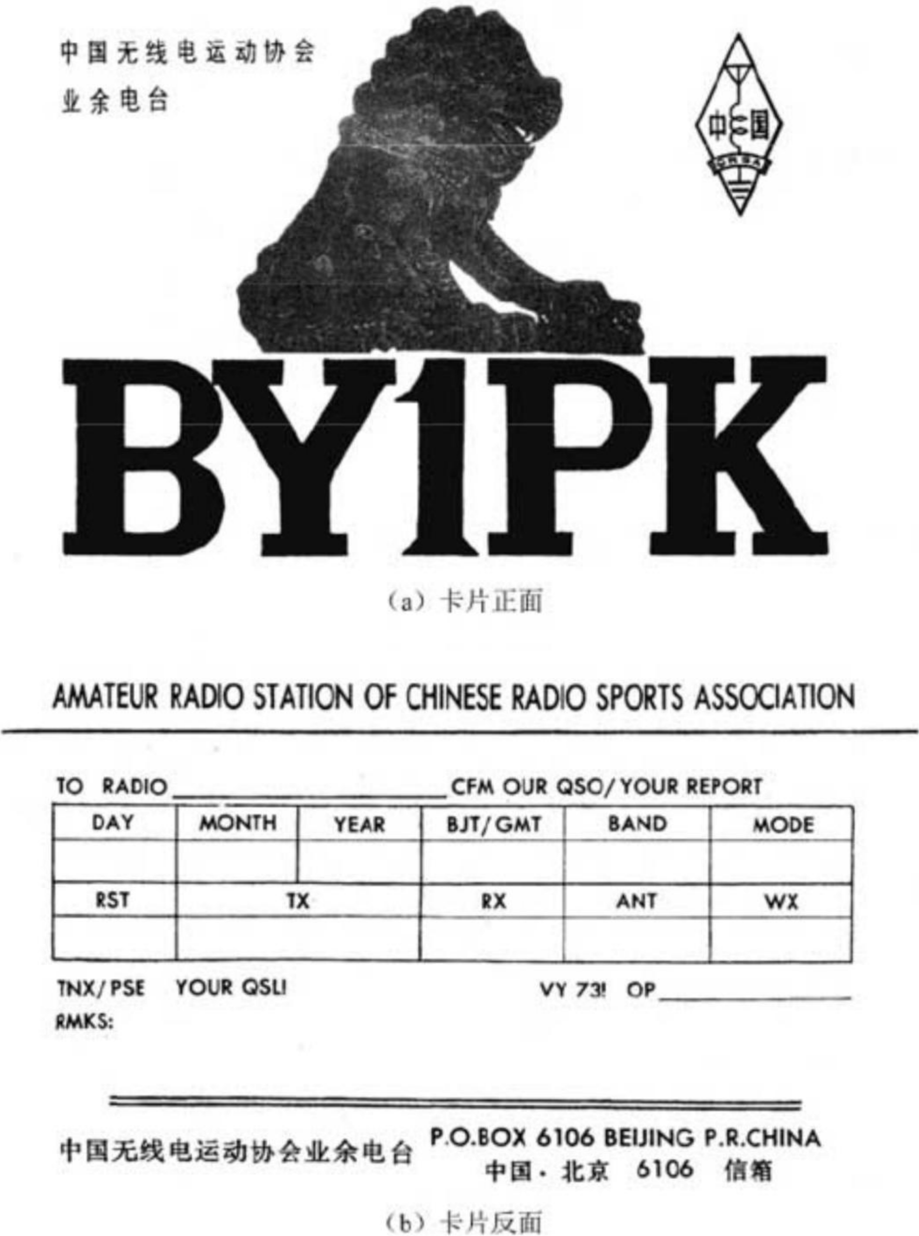



图 2-2 双面印刷的卡片

2.单面印刷的 QSL 卡片

单面印刷的 QSL 卡片，就是把自己的呼号和要报告的内容都印在卡片的一面，这种卡片简单、明了，且印刷成本较低，所以也为不少爱好者所青睐。图 2-3 所示即为单面印刷的

我国个人业余电台卡片。

3.收听报告（SWL）

收听报告（SWL）卡片与确认联络的卡片并无多大差别，只是多一个收听情况的报告栏，一般用“WKD/CLG”来表示。另外由于收听台不存在给别人回寄确认卡片的问题，所以确认对方联络或守听报告的一栏（CFM OUR QSO/UR REPORT）可以不要。如图 2-4 所示是一张单面印刷的收听报告（SWL）卡片。

BA1CY

CQ ZONE 24 ITU ZONE 44 (EX—C1CYC 1946)

Confirming ☐ Our QSO ☐ Ur Reception Report

| DATE | UTC | RADIO | RST | ☐ MHz ☐ GHz | 2 WAY |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | | | | | |

Rig: ______ W. Ant: ______

Rmks: ______ ☐ Pse QSL Tnx ☐ QSL # ______ Tnx FB QSO

ADR. P.O.Box 6111 Beijing, 100061 China

地址：中国 北京 6111 信箱 邮编 100061 OP 周海婴/H.Y.Zhou

图 2-3 单面印刷的卡片

根据我国 2013 年开始执行的有关法规的规定，不给只有收听功能的收信台指配呼号，所以对于不打算设立电台的收信爱好者来说，只能准备一张没有“本台呼号”的 SWL 卡片了，但对于在集体（单位）设置的电台参加收听活动的爱好者来说，可以填、发如图 2-4 所示的卡片，这是一张集体（单位）电台的 SWL 卡片。

JSROA

江苏省无线电和定向运动协会

Jiangsu province Amateur Radio&Orienteering Association

BY4RSA

SWL Report TO RADIO : ______

| DATE | YEAR | UTC | MHz | MODE | RST | CLG/WKD |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | | | | | | |

RX: ANT: WX:

RMKS:

PSE UR QSL 73! OP______

ADR： P.O.Box 538 Nanjing 210005 CHINA

地址： 中国 南京 538信箱 邮政编码 210005

图 2-4 单面印刷的集体（单位）电台 SWL 卡片

4.填空式卡片

以上所示卡片实例的填写格式均为表格式。也有些爱好者（包括 SWL）把卡片内容印成填空式，如图 2-5 所示。

AMATEUR RADIO STATION
OF CHINESE RADIO SPORTS ASSOCIATION

TO RADIO__________ CFM OUR QSO/UR REPORT

ON ______ MHz CW/AM/SSB/FM UR RST________

AT ________ BJT/GMT ON ________ 19_______

TX _________ INPUT_____ W RX __________

ANT ___________ WX _______________

TNX/PSE UR QSL ! HPE CUAGN

RMKS:

73! OP _________

中国无线电运动协会业余电台

P.O. BOX 6106 BEIJING P.R. CHINA

中国·北京 6106 信箱

图 2-5 填空式的卡片

### 2.4.3 如何填写 QSL 卡片

1.卡片上常见英语缩语的意义

（1）TO...或 TO RADIO...表示这张卡片是寄给哪个台的，应该用大写印刷体字母填写对方呼号，数字“0”的中间常加一道斜线，写成“0”，以便和字母“O”区分。

（2）CFM 或 Confirming 表示确认。它和后面两个选择项（OUR QSO/UR REPORT）连在一起表示一个完整的意思。选择前一项表示确认双方的联络，选择后项则表示确认收信台寄来的收听报告。SWL 卡片上不需要这一项。

（3）“DATE”或“DAY，MONTH，YEAR”是日期栏。对于日、月、年分开的卡片，应据实分别填写实际联络的日期。对于年月日没有分开的卡片，最好用英文缩写表示月份，如“1993 年 10 月 12 日”应写成“12，OCT.1993”或“OCT.12，1993”。由于世界各地对年月日的排列次序习惯不一样，如果月日全部用数字很容易混淆。

（4）UTC 是“协调世界时”的英语缩写，也有的卡片上还用“GMT”即格林尼治平均时，两种时间等效。填写卡片一律使用 UTC，一般填双方开始联络的时间。

（5）MHz 栏是联络当时的工作频率，一般保留 2～3 位小数。有些卡片不用 MHz 而用 BAND（波段），填写的是当时工作所在波段，用波长（m）表示。

（6）MODE 栏系指联络时所用的操作方式，如 SSB 或 J3E（单边带话）、CW 或 A1A（等幅电报）等。也有些卡片这一项用 2×或 2WAY 表示。

（7）RST 是指给对方的信号报告。填写时一定要和联络时给对方的报告相一致。

（8）RIG 是装配、配备的意思，在这里表示自己使用的收发信设备；ANT 是英语“天线”Antenna 的缩写，填写使用天线的型号，如“5ELE YAGI”的意思是“5 单元八木天线”。

（9）RMKS 即 Remarks，附言栏，可写上一些其他方面的简单内容。

（10）PSE 是英语“请”的缩语，TNX 是谢谢的缩语，这两个选择项之一和下面的 QSL 卡片交换地址相连，表示请把卡片寄到该地址或是感谢对方先已把卡片寄来。

（11）VY73 是表示爱好者最崇高的敬礼，OP 是英语 Operator 即操作者的缩写，中国人常用自己的姓签字。

（12）SWL 卡片上的 CLG/WKD 填写被收听到的电台当时的工作内容，详见收听报告（SWL）卡片的填写一节。

（13）选择项的选中符号，中国常用“√”表示，而国外常用“×”表示。也可以把不需要的部分划去。

2.QSL 卡片的填写方法

如何正确填写 QSL 卡片是许多爱好者所关心的，现就各类卡片的填写方法举例说明如下。

（1）确认双方联络的 QSL 卡片填法。

① 表格式确认双方联络的 QSL 卡片填法如图 2-6 所示。

中国南京工学院业余电台
AMATEUR RADIO STATION
NANJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY

CHINA

ZONE 24

# BY4WNG

TO RADIO BY9GA CFM OUR QSO/~~UR REPORT~~

| DATE | GMT | MHz | MODE | RST | RIG | QSL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 NOV. 1989 | Ø135 | 14.Ø92 | ~~CW SSB~~ RTTY | 599 | IC-731 | ☑ PSE ☐ TNX |

ANT: Dipole WX: Cloudy TNX FB QSO 73! OPR: 林 LIN

地址：中国 南京 1827 信箱 ADR:P.O.BOX 1827 NANJING P.R. CHINA

图 2-6 表格式确认双方联络的 QSL 卡片填法

② 填空式确认双方联络的 QSL 卡片填法如图 2-7 所示。

（2）收听报告（SWL）卡片的填写。

尽管现行的法规不再给没有发射设备的爱好者指配呼号，但仍有一些爱好者热衷于只听不发，同时对于刚刚入门或者参加课外业余无线电活动的青少年爱好者来说，“收听”并填写收听报告卡片，也是尽快掌握业余无线电通信技术的一个有效途径，填写收听（SWL）卡片，除“WKD/CLG”以及“RST”两栏外，其他各栏的填法与确认双方联络卡片相同。现就不同部分说明如下。

① “WKD/CLG”是一个选择项，填写时应把不需要的部分划去。其中“WKD”是 WORKED 的缩写，表示你听到的这个电台曾和某台工作过的意思。“CLG”是 CALLING 的缩写，表示你听到的电台当时正在呼叫。如图 2-8 所示的例子是收听台听到 BY1PK 和 BY5QA 等电台联络的报告，所以填写时应保留“WKD”而划去“CLG”。如果你听到了双方的信号，可以向双方电台寄 SWL 卡片；只听到其中的一方，只能向听到的一方寄发 SWL 卡片。假如你仅听到某个电台在呼叫 CQ 或呼叫另一个台，则在填写时把“WKD”划去，填上对方呼叫的内容（“CQ”或呼号）。这种在听清了一方的呼号及呼叫内容的情况下，向这个台寄发 SWL 卡片是可以的。

② “RST”在这里是指你对所听到电台的信号评价而不是电台联络双方互报的信号报告。如果你要报告他们互报的 RST 或其他内容，可在备注栏（RMKS）中说明。

填写好的 SWL 卡片样子如图 2-8 所示，这张卡片以及图 2-9 所示 SWL 卡片上的“本台呼号”显示的是 2013 年前我国收信台呼号格式，其后缀部分为数字（世界上多数 SWL 呼号后缀也为数字）。

No. ________

To Radio LZ2DXV

Confirming Our QSO / ~~Your Report~~

On 14.178 MHz 2× ○SSB ✓CW ○FM ○RTTY

At 1138 UTC On 24 OCT. 1993

Your Signal RST 579 QRM QRN QSB ___

Rig FT-ONE

Ant 15 mH 5 ELE YAGI

Rmks:

☐Pse ☑Tnx QSL

73! OP 陈方, BA4RC

江苏南京 538 信箱 邮编 210005

P.O. Box 538 nanjing, 210005 China

图 2-7 填空式确认双方联络的 QSL 卡片填法

CHINESE SWL STATION

BG2—3—001

TO RADIO BY1PK

| DAY | MONTH | YEAR | ~~BJT~~/UTC | MHz | MODE | RST | WKD/~~CLG~~ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | AUG | 93 | 02:10 | 14.330 | SSB | 57 | BY5QA昔台 |

RX: 239A ANT: LONG WIRE WX: FINE TEMP: 27℃

RMKS:

PSE UR QSL 73! OP Sun CQ

孙重庆

ADR: NO. 28 RM. 201 PINGDENG STREET. DALIAN, CHINA

地址：中国 大连 平等街28号201室 P. C. 邮码：116011

图 2-8 填写好的 SWL 卡片样子

（3）确认对方收听报告的卡片填写方法。

在收到收听报告卡片后，应向寄发收听报告卡片的收信台填发确认卡片，这类卡片大部分内容和确认联络卡片基本相同。不同点主要有以下几点。

① 应划去确认 QSO 部分，或选择确认对方报告（即 UR REPORT）这一项。

② 收听台没有发信功能，因而在“RST”项中没有信号报告可以给对方，可以改为 WKD 或 CLG，并按其报告如实填上加以确认。如不在此栏内填写，则应将此栏划去而将对方在“WKD/CLG”栏内报告的内容在备注栏内加以确认。

图 2-9 所示为填好的确认收听报告卡片的例子。

CONFIRMING ~~QSO~~/SWL WITH BG2—3—001

| DATE | | | UTC | MHz | RST | 2 WAY | QSL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Day 3 | Month 8 | Year 1993 | 0210 | 14 | / | SSB | □ PSE ☑ TNX |

RIG: IC-781 ANT: 11 ELE YAGI

RMKS: QSO WITH BY5QA昔台

OP: 童效勇 BA1AA

BY1PK 中國無線電運動協會業餘電臺 P.O.Box 6106, Beijing China

图 2-9 填好的确认收听报告的卡片

以上列举的只是一些填写 QSL 卡片的基本方法和常见的例子，在实际使用中，可能还

会遇到各种不同的卡片式样,但基本内容不会有很大区别,所以只需参照以上方法填写即可。但必须注意，QSL 卡片反映着本台的面貌，填写每一张卡片都应认真、正确，所有填写在 QSL 卡片中的内容是绝对不能涂改的，因为在申请任何奖状时，凡经涂改的卡片不仅一律无效，而且还有可能使申请人蒙受私自涂改卡片的“不白之冤”。所以在填写卡片时一定要小心，一旦填错就应作废重填一张。

（4）OP 签名的重要性。

QSL 卡片上均留有卡片主人（OP）签名的位置，发出卡片时应由 OP 本人手写签名或盖章。有的卡片事先印有操作者姓名，也有的卡片是打印上本人名字的，无论如何，都应该再加上本人亲笔签名，表示确认此卡片的有效性。

3.如何填写见面时交换的卡片

HAM 朋友相逢见面，也经常交换 QSL 卡片，并把这种方式称为“眼球 QSO”（eye ball QSO）。见面时交换的卡片应正确填写，交换空白卡片是没有意义的。

见面交换的卡片应填写的项目包括：日期、时间，对方的呼号，自己的签名，以及“Eye ball QSO”或“Eye QSO”字样（可填写在使用频率、RST、联络方式等栏目内或卡片空白处），当然写上“见面留念”等中文也是完全可以的，图 2-10 所示为 HAM 们相逢见面时交换的 QSL 卡片比较典型的填写方法。

To Radio B A I A A

Confirming ☑ Our QSO ☐ Ur Reception Report

| DATE YR/MO/DY | | | JST/UTC | MHz | RST | 2WAY |
|---|---|---|---|---|---|---|
| '93 | Oct | 9 | 1100 | eye ball | | |
| RIG | | | | INPUT | | W |
| ANT | | | | | | mH |
| RMKS | | | | | | |

TNX FB QSO ☐ Pse QSL Tnx ☐ (QSL# )




图 2-10 比较典型的 eye ball QSO 卡片

### 2.4.4 如何交换 QSL 卡片

交换 QSL 卡片，通常采用直接交换、经过卡片管理局或卡片管理人等方法。

（1）直接交换：就是将卡片按联络对方的通信地址直接投寄，因此在联络时应将对方的详细通信地址询问清楚。同样，如果希望对方也将卡片直接寄给自己，也应在联络时将自己的详细通信地址报给对方。这种方法可在较短的时间内得到对方的卡片且不易遗失，但数量多时耗费邮资较大。

（2）经过卡片管理局交换：很多国家和地区，尤其是电台多的国家和地区，都设有全国性或地方性的卡片管理局（QSL BUREAU），专门负责转寄国外爱好者寄给本国各业余电台及本国各业余电台发至国外的 QSL 卡片。经过卡片管理局交换卡片，就是将对方的卡片寄给其所在国家或地区的卡片管理局，再由卡片管理局转给你的联络对象。通过管理局交换卡片，可以将同一国家或地区的所有卡片集中起来一起投寄，所以对于爱好者来说比较方便，也可以节省邮资，但由于中转环节较多，时间较长，也有遗失的可能。

世界部分国家和地区（含我国内地及港澳台地区）QSL 卡片管理局（QSL Bureaus）地址可从国际业余无线电联盟 IARU 网站上可以查阅和下载。中国无线电协会业余无线电分会卡片管理局的地址是北京邮政信箱 100029 – 73 号，邮政编码 100029；内地各区分局负责人及各省联络站联系人信息见附录 2。

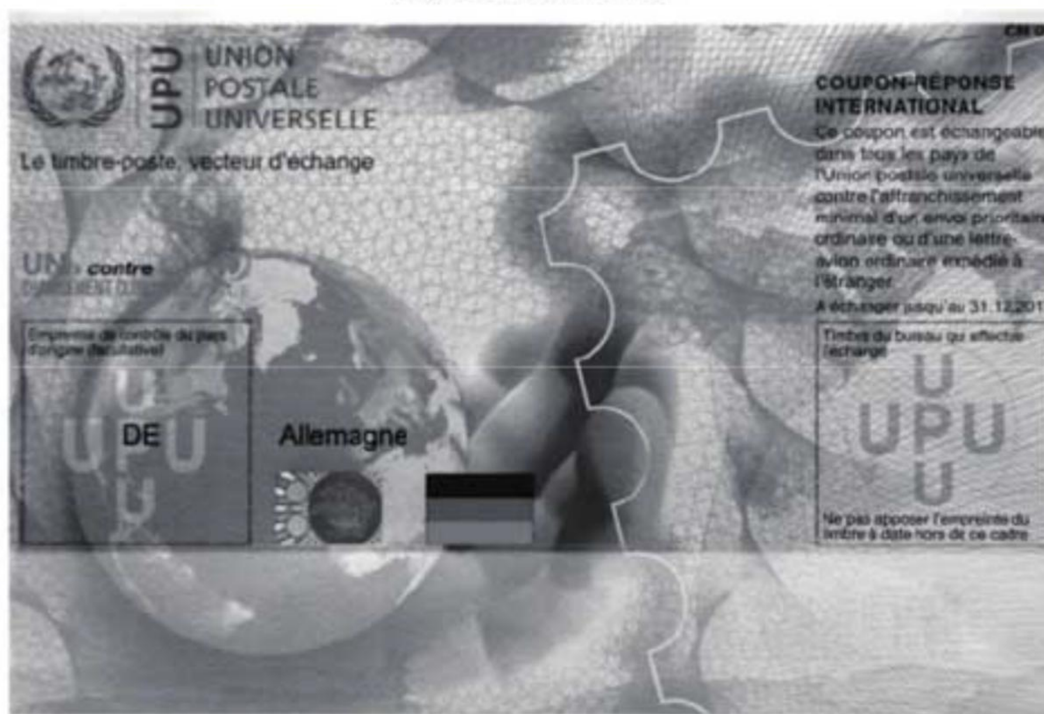
（3）经过卡片管理人交换：有一些爱好者不直接处理自己的卡片，而是通过自己的卡片管理人（即 QSL MANAGER）进行处理。他们随时把自己的电台日记寄给卡片管理人，由其负责完成卡片的收、发事宜。当你在联络时听到对方说：“QSL VIA MANAGER”或把 QSL 经过（发给）某某人（一般不报人名而报呼号）时，这就是要求你把卡片寄给他的卡片管理人而不是寄给他本人。如果你不知道这位管理人的地址，就应在联络时询问清楚。同样，如果你的卡片是经过卡片管理人处理的，那么你就应把自己卡片管理人的地址在联络时告诉对方。

在交换卡片时，为请对方尽快回寄卡片，许多爱好者还附去一个写好回信地址、贴好邮票（或附寄足够回寄邮资）的信封，即 SASE（Self Address Stamped Envelope）。应该注意，在信封中夹寄现金是违反邮政部门规定的。一般是附寄国际通用的“国际回信邮资券”即 IRC（International Reply Coupons）。IRC 是可以在万国邮政联盟成员国范围内使用的有价证券，用它可以在邮局换取一封寄往国外平信起始重量所需的邮票。IRC 由万国邮联发

行，到 2010 年 11 月万国邮联已经发行过多个版本的 IRC，目前大家常见的有两种，式样如图 2-11 所示，但如图 2-11（b）所示的 IRC 也已过期。使用“国际回信邮资券”时应特别注意其有效期，有效期的标志在 IRC 正面右边一个方框的上方，如图 2-12（b）所示。




(a) 现在使用的 IRC




(b) 目前可见但已过期的 IRC

图 2-11 目前常见的两种国际回信邮资券式样

以往还有两个版本的 IRC，其式样如图 2-12 所示，这些版本的 IRC 均已停止使用了。现行的 IRC 均印有截止日期，这是我们在使用中必须加以注意的。

爱好者之间为了交换 QSL 卡片，必须通过邮寄才能到达对方手中。因此我们应该了解邮寄卡片的一些知识。




（a）一种较早停止使用的 IRC




（b）另一种较早停止使用的 IRC

图 2-12 较早停止使用的两种国际回信邮资券式样

有的卡片按照明信片的格式印制，可以直接作为明信片邮寄，但必须经邮政部门认可。

大多数卡片是装在信封内投递的。根据我国规定，装入信封的卡片要按信函投寄。

我国目前各类邮件邮资表见附录 4。

寄往国外的信封书写格式与我们平时使用的国内信函不一样。国际信函的信封收信人的姓名地址写在右下方，寄信人的姓名地址写在左上角或写在信封的背面。姓名、地址的书写

顺序也正好与国内信函相反，姓名在地址前面，地址应由小到大排列。

国际信函的信封书写格式如图 2-13 所示。

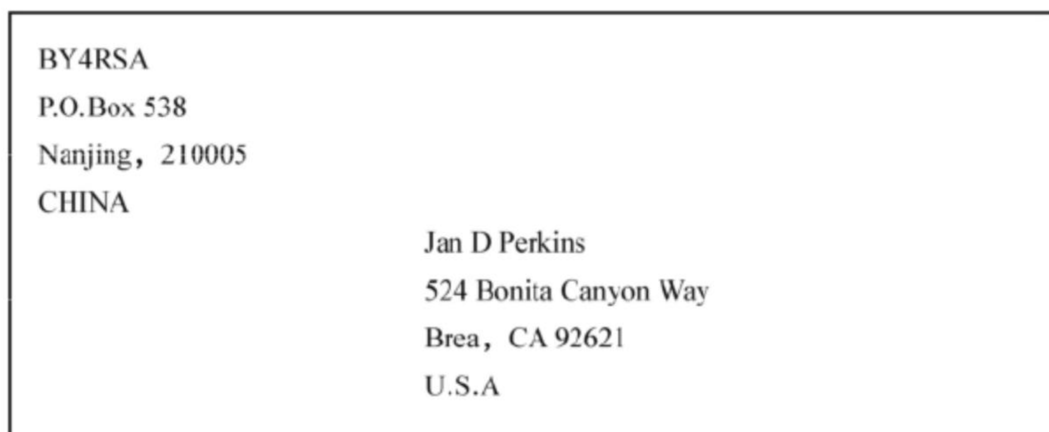



图 2-13 国际信函的信封书写格式

在上述实例中，该信是由江苏无线电定向运动协会 BY4RSA 业余电台寄往美国的。中间的 4 行内容从上到下分别为收信人姓名、门牌号及街道名、城市名及州名的缩写和邮政编码、国名。

在使用对方寄来的写好收信人地址的信封（SASE）时，要注意检查一下，是否有收信人的国名，如果没有，应该加上。也不要忘了写上寄信人自己的姓名（或台名）、地址。

鉴于 QSL 卡片在业余电台活动中的重要地位，能否给联络对方以及寄来 SWL 卡片的收听台及时寄发自己的 QSL 卡片，就成为衡量一个电台声誉好坏的标志之一。那种只收不发或很少寄发卡片的电台是不被广大爱好者所欢迎的。同时，你如想索取对方（包括国内的）卡片或需要对方回信时，不要忘记装进一个 SASE，这不仅可使自己较快地收到对方的回卡或回信，而且也是无线电爱好者处处为他人着想的一种美德。我们应充分认识这些问题，保持并提高中国业余电台在交换 QSL 卡片中的良好声誉。

## 2.5 业余电台的登记

### 2.5.1 电台日记

任何电台，自开设之日起，即应把每次开机的工作情况如实地记录下来，业余电台也不例外。业余电台用来记录工作情况的登记，称为“电台日记”，即 STATION LOG。

电台日记是无线电爱好者们在电台联络时用来登记各种数据、资料以及联络情况的原始记录，它也是寄发或交换 QSL 卡片以及许多比赛成绩的依据。所以每一个爱好者都应该认真地填写和保存好自己的电台日记。各国电台日记的样子有所不同，但需要填写的内容大致一样。

电台日记的填写应在联络过程中进行，各项内容应按以下方法填写。

日期——联络当天的月、日。年份应在每页的第一行注明，变换年份应随时注明或另起一页并注明。

时间——一律使用协调世界时 UTC，以双方沟通的时间为开始时间，双方联络结束的时间为结束时间。

频率——联络时使用的收发信频率，以兆赫（MHz）为单位，保留小数点后两位。

对方呼号——对方电台的呼号，应该用大写印刷体填写。

操作方式——双方使用的如 SSB、CW 等工作方式。

RST——双方的信号报告。应在“收”栏中填写对方给你的信号报告（即对方听你的电

台发出的信号情况），在“发”栏中填写你给对方的信号报告（即对方电台的信号情况）。

内容摘要——填写对方的姓名、地址以及双方通信的主要内容。

QSL——作为自己收到对方的卡片和发出自己卡片的记录之用，应填写收发卡片的日期。

签名——工作结束时应在值机员栏中签名。在集体台工作，应把自己的全名签上。

我国电台日记的一般格式和填写方法如图 2-14 所示。

电 台 日 记 （STATION LOG）

| 日期 DATA | 联络时间 | | 频率 MHz | 对方呼号 CALLSIGN | 操作方式 MODE | RST | | 内容摘要 CONTENT SUMMARY | QSL | | 值机员 OP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 开始 | 结束 | | | | 收 | 发 | | 收 | 发 | |
| 89 9APR | Φ241 | Φ253 | 21.212 | JA2PX | SSB | 57 | 59 | 对方报设备：TRX. TS-950 ANT，TH7DX | 89 18MAY | 89 9APR | 陈方 |
| 4OCT | 1143 | | 14.Φ31 | UA3KAA | CW | 559 | 579 | QSL VIA PO BOX88 MOSCOW | 90 3FEB | 89 5OCT | 〃 |
| 5 〃 | 1334 | 1342 | 7.Φ7 | N6XF | LSB | 53 | 55 | 约：18OCT Φ13ΦUTC,21.186 QSO ON,SSB | 89 15DEC | 89 6OCT | 王布 |
| 〃 | 1345 | | 〃 | A71AN | 〃 | 55 | 55 | QTH：DOHA. NAME JHON | | 〃 | 〃 |
| 25 DEC | 1418 | 1425 | 14.235 | VK6HD | SSB | 57 | 57 | 互祝圣诞！ | 90 4MAR | 89 25DEC | 〃 |
| | | | | | | | | | | | |
| 90 2JAN | 1226 | | 21.185 | 3Y1QH | SSB | 59 | 59 | 要求转告BY4WNG，1300在此频率联络。 | 90 5FEB | 90 2JAN | 陈方 |
| | | | | | | | | | | | |

图 2-14 我国电台日记的一般格式和填写方法

### 2.5.2 收听日记

收听日记为业余收信台（SWL）专用，它和电台日记基本相同。收听日记主要是把听到的联络双方的情况记录下来。

收听日记格式和填写方法如图 2-15 所示。

在收听日记中，“呼号”栏和“联络对象”栏分别填写你听到的联络双方的呼号。如果一方是在呼叫 CQ，则在“联络对象”栏中填写“CQ”。“RST 评价”填写联络双方的信号情况。如果只听到一方，则只填写“甲”栏的一个 RST；如果联络双方都已听到，则在左面“甲”栏内填第一个电台的 RST，右面“乙”栏内填“联络对象”栏所填电台的 RST。应注意这里的 RST 必须是听者对所听电台信号的评价，而不是联络双方互相报告的 RST。互报的 RST 可填入内容摘要栏。收听日记及其他内容的填写方法和要求与电台日记相同。

收　听　日　记

| 日期 | 收听时间 | | 频率 | 方式 | 呼号（电台甲） | 联络对象（电台乙） | RST 评价 | | 内容摘要 | QSL 卡片 | | 签名 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DATA | 开始 | 结束 | MHz | MODE | CALLSIGN | WKD WITH | 甲 | 乙 | CNTENT SUMMARY | 收 | 发 | OP |
| 93 2MAR | φ1φ2 | φ115 | 14.185 | SSB | BA1CY | BA7KE | 59 | 57 | 甲给乙55 乙给甲57 互相讨论天线 | 93.5/3 93.18/3 | 93 2MAR | 洪青 |
| 8MAY | φ718 | | 21.173 | SSB | JH1KST | CLG CQ | 57 | / | CLG CQ NA | | 9 MAY | 〃 |
| 13AUG | 1225 | 1235 | 7.φ3 | CW | BY1SK | BY6RC | 579 | 539 | BY6RC QRP/5W | 93 1/8 93 30/8 | 14 AUG | 〃 |
| 28OCT | 1127 | 11.39 | 14.φ75 | RTTY | BY9GA | UA9ADF | 599 | 579 | 甲给乙579 乙给甲599 | 93 17/10 | 28 OCT | 〃 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

图 2-15 收听日记格式和填写方法

## 2.6 业余无线电通信的语言

在业余无线电通信中，当用语音（话）方式在国际间相互联络时，使用的是国际通用的“Q 简语”和英语，在国内台相互联络中则一般用汉语；在用电报方式相互联络时，使用的则是“Q 简语”、无线电通信用的缩语以及英语；在数据通信中则常常是上述各种语言混合使用。俗话说“三句不离老本行”，爱好者见了面，也总是要说上几句这样的“行话”。应该记住，在业余通信中不得使用任何形式的暗语、密码、暗令及代号等只有通信双方自己理解的语言。

### 2.6.1 通信中的“字母解释法”

在通信中，双方的呼号、姓名、地址以及许多情况的说明都离不开英文字母。在语言通信中，由于口音的不同、有些字母发音相近（如 S 和 X 等），以及信号在传播过程中受到干扰、产生失真或因衰减等原因，使我们对有些字母的听辨变得十分困难。为解决这一问题，人们约定用一些大家熟悉的单词来代表、解释相应的字母，就好像我们常用“草头黄”“木子李”来解释中国姓氏中的黄、李一样，这就是“字母解释法”。

根据国际电信联盟 ITU 的规定，业余通信中运用国际民航组织（ICAO）使用的解释法作为其“标准解释法”。此外也经常用一些人们熟识的地名、人名等来解释字母，形成了习惯使用的其他解释法。

字母解释法如表 2-1 所示。

表 2-1 字母解释法

| 字母 | 标准解释法 | | 其他解释单词 | 字母 | 标准解释法 | | 其他解释单词 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 单词 | 音标注解 | | | 单词 | 音标注解 | |
| A | ALFA | ['ælfə] | AMERICA | N | NOVEMBER | [nəʊ'vembə(r)] | NORWAY |
| B | BRAVO | ['brɑ:'vəʊ] | BOSTON | O | OSCAR | ['ɔskə] | ONTARIO |
| C | CHARLIE | ['tʃɑ:li] | CANADA | P | PAPA | [pə'pɑ] | PETER |
| D | DELTA | ['deltə] | DENMARK | Q | QUEBEC | [kwɪ'bek] | QUEEN |
| E | ECHO | ['ekəʊ] | ENGLAND | R | ROMEO | ['rəumiəʊ] | RADIO |
| F | FOXTROT | ['fɑks,trɑt] | FLORIDA | S | SIERRA | [sɪ'erə] | SUGAR |
| G | GOLF | [gɔlf] | GERMANY | T | TANGO | ['tæŋgəʊ] | TOKYO |
| H | HOTEL | [həʊ'tel] | HONOLULU | U | UNIFORM | ['ju:nifɔ:m] | UNITED |
| I | INDIA | [['ɪndɪə] | ITALY | V | VICTOR | ['vɪktə(r)] | VIRGINIA |
| J | JULIET | ['dʒu:ljət] | JAPAN | W | WHISKEY | ['wɪski] | WASHINGTON |
| K | KILO | ['ki:ləʊ] | KILOWATT | X | X-RAY | ['eksrei] | |
| L | LIMA | ['li:mə] | LONDON | Y | YANKEE | ['jæŋki] | YOKOHAMA |
| M | MIKE | [maɪk] | MEXICO | Z | ZULO | ['zu:lu:] | ZANZIBAR |

在实际运用中还可能听到一些不在表 2-1 所列范围内的解释方法，这就需要我们不断丰富自己的经验，根据对方报出的单词迅速做出正确的判断。

熟记字母解释法是每个 HAM 进行上机操作前首先应完成的自我训练任务。即便只打算参加中国人之间的交谈，也必须会运用字母解释法，这是因为在业余通信联络中，双方的电台呼号以及姓名、地址等一些必须听抄准确的内容都要用字母解释法逐个拼读其每一个字母。如果对方对某个字母的解释听不清或抄收错误时，应试用不同的解释法帮助对方辨别纠正。

进行听抄呼号练习的方法是，根据字母解释法把听到的每个单词所代表的字母记录下来，而不需要将整个解释单词抄下来。书写格式应符合电报报文的抄收要求，即一个个呼号从左到右逐个排列。在书写中，数字可比字母高半个字，数字“0”要加一道斜杠，以便与字母“O”有明显区分，字母一般用大写印刷体书写为好。

### 2.6.2 通信用 Q 简语

在通信中，常用一些以字母“Q”开头、由 3 个字母组成的词组来表达一些完整的句子或意思，构成了特殊的通信语言——Q 简语。Q 简语是所有通信业务中都使用的，总共有 100 多个，详见附录 5，现将业余通信中最常用的一些 Q 简语摘录如表 2-2 所示。

表 2-2 业余通信中常用的 Q 简语

| Q 简语 | 读音 | 问句含意 | 答句含意 |
|---|---|---|---|
| QRA | QRA | 你的电台名称是什么？ | 我的电台名称是…… |
| | | （实际运用中电台名称常指本人名字） | |
| QRH | QRH | 我的频率稳定吗？ | 你的频率不稳定。 |

续表

| Q 简语 | 读音 | 问句含意 | 答句含意 |
|---|---|---|---|
| QRL | QRL | 你忙吗？ | 我很忙（或与……很忙），请不要干扰。 |
| QRM | QR—MIKE | 你受到干扰吗？ | 我现在正受到……干扰。 |
| QRN | QR—NOVEMBER | 你受到天电干扰吗？ | 我正受到天电干扰。 |
| QRP | QRP | 要我减低发信机功率吗？ | 请减低发信机功率。 |
| | | （在业余通信中QRP常用来指5W以下的小功率电台） | |
| QRT | QRT | 要我停止拍发吗？ | 请停止发信。 |
| QRU | QRU | 你有什么发给我吗？ | 我无事了。 |
| QRV | QRV | 你准备好了吗？ | 我已准备好。 |
| QRX | QRX | 你什么时间再呼叫我？ | 我将在……点钟（用……频率）呼叫你。 |
| QRZ | QR—ZED？ | 谁在呼叫我？ | ……正在（用……频率）呼叫你。 |
| QSB | QSB | 我的信号有衰落吗？ | 你的信号有衰落。 |
| QSL | QSL？ | 你能承认收妥吗？ | 我现在承认收妥。 |
| | | （在业余通信中还有确认QSL卡片的意思） | |
| QSO | QSO | 你能和……直接联络吗？ | 直接联络或我能和……直接联络。 |
| QSY | QSY | 要我改用别的频率吗？ | 请改用别的频率（或……频率发信）。 |
| QTH | QTH | 你的电台的地理位置。 | 我的电台地理位置是…… |
| | | （地理位置根据经纬度、城镇名或其他标志表示） | |

在业余通信中，Q 简语可以独立使用，也经常镶嵌在其他明语中使用。请看以下实例。

（1）我的 QRA 是陈。

【我的名字是陈】

（2）这是一次非常好的 QSO，非常感谢你的 QSO。

【这是一次非常好的直接联络、非常感谢你的直接联络】

（3）这里 QSY UP（DOWN）。

【这里把频率改高（改低）一些】

（4）这里的 QTH 是南京。

【我的电台设在南京】

### 2.6.3 电码符号

电报通信的语言是由电码符号组成的。现在世界通用的电码符号是由美国的莫尔斯在1844 年发明的，也被叫作莫尔斯电码（Morse code）。

电码符号由两种基本信号和不同的间隔时间组成：短促的点信号“.”，读“的”（Di）；保持一定时间的长信号“—”，读“答”（Da）。由于各国文字不同，电码符号也不尽相同，比如中国、日本及俄罗斯都有代表本国文字的电码符号。在业余无线电通信中，大家都用莫尔斯电码。莫尔斯电码表如表 2-3 所示。

表 2-3 莫尔斯电码表

| 字母及标点符号 | | | | 数字 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 字符 | 电码符号 | 字符 | 电码符号 | 字符 | 电码符号 |
| A | •— | Q | ——•— | 1 | •———— |
| B | —••• | R | •—• | 2 | ••——— |
| C | —•—• | S | ••• | 3 | •••—— |
| D | —•• | T | — | 4 | ••••— |
| E | • | U | ••— | 5 | ••••• |
| F | ••—• | V | •••— | 6 | —•••• |
| G | ——• | W | •—— | 7 | ——••• |
| H | •••• | X | —••— | 8 | ——— •• |
| I | •• | Y | —•—— | 9 | ————• |
| J | •——— | Z | ——•• | 0 | ————— |
| K | —•— | @ | •——•—• | | |
| L | •—•• | ? | ••——••（问号） | | |
| M | —— | / | —••—•（斜线） | | |
| N | —• | ( ) | —•——•—（括号） | | |
| O | ——— | — | —••••—（破折号） | | |
| P | •——• | • | •—•—•—（句号） | | |

在以上电码符号中，代表字母的叫“字码”，代表数码的是“长码”。

在我国以往使用的明码电报通信中，每个汉字都由 4 个数字代表，如“0001”是“一”、“1728”是“张”等。组成中文电报的数字是用“短码”拍发的。短码不可以和字码在一起混用，所以业余通信中不用短码代表数字。短码的电码符号表如下：

1 •—　　2 ••—　　3 •••——　　4 ••••—　　5 •••••

6 —••••　　7 ——•••　　8 —••　　9 —•　　0 —

汉字的电报数字代码可以从《标准电码本》中查到。

**2.6.4 无线电通信用的缩语**

在业余通信中，Q 简语还不能充分表达各种意思，所以要用英语作为补充。但在用电报方式通信时，要拍发一串串英语单词又显得太长了，这就产生了“缩语”。当然，如果你拍发完整的单词也并非不可，只是增加了收发双方的难度和时间，在传播情况不好时很可能因此而无法工作。

通信用缩语（节录）请见附录 6，其中有“*”符号的建议你优先记住它，因为这些可能是你在使用电报通信时首先要遇到的。

**2.6.5 通信用英语**

通信联络中的英语习惯与日常用语有点不同。对于许多新手来说，单边带通信特有的失真以及各地口音的不同也会使你感到难以分辨。当我们了解了常用的通信用语后，就可以较快地听懂别人所说的主要意思并用适当的语句回答。下面列举部分用语，可供参考。

1.有关问候的用语

在双方刚一沟通联络时，主动向对方问候会使这次联络有一个热情洋溢的良好开端。常用语句有：

（1）Good Morning（afternoon，evening）!

早上（下午、晚上）好!

【在有时间性的问候时，不要忘了“时差”。在联络中要大体记住各大洲当地时间和北京时间的差别，比如我们这里的下午欧洲是上午、我们的中午十一点多日本已过了十二点等。应该根据对方的当地时间问候，这样更亲切。】

（2）Very good morning to you，my friend!
你好，早安，我的朋友!
（3）Hello，my friend!
你好，我的朋友!
（4）I’m very glad to meet you.
非常高兴遇见你。
2.有关感谢联络的用语
成功的 DX 联络依赖于其他电台的积极应答。所以，爱好者在每一次联络中总是要多次地感谢对方给予的热情帮助。即使在最紧张的比赛联络中，我们也还经常向不见面的朋友表示一下感谢。常用的感谢用语如下。
（1）Thank you for coming back to my call.
谢谢你回答我的呼叫。
（2）Thanks for your call.
非常感谢你的呼叫。
（3）Thanks for the nice QSO.（Short QSO，nice contact）
非常感谢这次好的直接联络（短促的联络、好的联络）。
（4）Thanks for the nice report.
非常感谢你的报告。
（5）Thank you so much for the best enjoyable contact.
非常感谢这次愉快的联络。
（6）Thank you very much for the information.
谢谢你告诉我这些消息。
（7）I’m very glad to meet you.
遇到你非常高兴。
（8）I’m very glad to contact with you.
我非常高兴和你联络。
（9）I’m so pleasure to see you for the first time.
初次见面非常高兴。
（10）It’s a great happiness to contact with you again.
和你再次联络是极大的愉快。
【我们应尽量记住曾经联络过的空中朋友。外国 HAM 总是把和中国业余电台的联络珍藏在自己的记忆中，如果你总是要等对方提醒才想起来，那就只好向对方致歉了。】
3.有关祝愿的用语
以下这些语句一般用在联络结束之前。尤其是“73”（seventy-three），应在最后。
（1）Have a good time.
祝你玩得愉快。
（2）Have a good holiday（weekend）.
祝你假日（周末）愉快。
（3）Please drive carefully（to work）.
请小心些开车。
【在与汽车上的移动电台联络时你可以亲切地嘱咐一声。】
（4）Best wish to you and your family!
向你和你的全家致以最良好的祝愿!
（5）Good DX（DXing）and seventy-three.

祝你取得远距离通信良好成绩并向你致敬。

（6）Good luck and good DX。

祝你走运和取得远距离通信的好成绩。

（7）Best wish and seventy-three!

致以最良好的祝愿，向你致敬!

（8）Merry Christmas and happy new year!

圣诞愉快并新年好!

【一般在重大节日前，都应向对方表示祝贺。】

4.有关呼叫的用语

（1）CQ Europe，this is BY4RSA ... BY4RSA calling CQ Europe and standing by.

BY4RSA 呼叫欧洲台，请回答。

（2）CQ W1，（I'm）especially looking for Vermont for my WAS，this is BY1PK calling CQ and standing by.

BY1PK 呼叫前缀为 W1 的电台，特别是佛蒙特州的电台，因为我希望获得 WAS 奖，请回答。

（3）CQ DX，especially looking for Zone 2 for my WAZ.

呼叫远距离台特别是 2 区的台，因为我想获得 WAZ 奖。

（4）CQ Ten，CQ Ten，this is BY2AA...calling CQ and standing by.

BY2AA 在 10m 波段上呼叫，请回答。

5.有关呼号的用语

（1）QRZ? Please call me again，this is ...

（2）QRZ? Please come in again，this is ...

（3）QRZ? Please give me another call，this is ...

谁在呼叫？请再呼叫我，我是……

（4）JA1 something，this is BY3AA，I didn't copy your suffix，please call me again.

JA1，这里是 BY3AA，我没有抄上你呼号的后缀，请再呼叫我。

（5）You have my prefix wrong. It is not BY5，but BZ4，Bravo Zulu Four ...

你把我呼号的前缀抄错了，应该是 BZ4，不是 BY5……

（6）You have my suffix wrong. It is not RCA，but RSA...

你把我呼号的后缀抄错了，不是 RCA，是 RSA……

（7）You have a wrong number. It is not five，but four. One，Two，Three，Four ...，QSL?

你抄错了数字。应该是 4，不是 5。是 1、2、3、4 的 4……抄对了吗？

（8）What is the last letter in your call sign?

你呼号的最后一个字母是什么？

（9）My callsign is not BY5RSE. The last letter of my callsign is A like in Alfa，BY5，Romeo Sierra Alfa. Do you roger?

我的呼号不是 BY5RSE，最后一个字母是 A，BY5RSA。明白了吗？

（10）I'm sorry I didn't copy your callsign because of QR-Mike（due to QR-Mike），please give me another call slowly.

对不起，因为其他电台干扰，我没有抄上你的呼号，请慢慢地重复。

6.有关信号报告的用语

（1）Thanks for coming back to my call，your signal is five and nine，fifty nine ...

谢谢回答我的呼叫，你的信号是 59……

（2）You are readability five and strength ten dB over nine hear in Nanjing.

你的信号在南京听起来可辨度为 5，强度超过 9 级 10dB。

（3）Your signal is five and nine plus.

你的信号比 59 还要好。

（4）Your signal is five and nine over ten dB. You are coming-in like a local.

你的信号是 59 加 10dB，传过来的信号好像本地电台。

（5）You are five and one. Although you are very weak，I read you one hundred percent，because there is no QR-Mike（interference）.

你的信号只有 51。虽然你的信号很弱，但我还是能百分之百地听到你，因为这里没有干扰。

（6）I'm sorry I didn't copy my signal report，please repeat it.

对不起，我没有抄上关于我的信号报告，请重复。

（7）I didn't get my signal report because of QRM ...

因为有其他电台干扰，我没有抄上我的信号报告……

（8）I wasn't able to copy my signal report because the band was very noisy.

因为这个波段噪声非常大，所以没有抄上给我的信号报告。

（9）Your signal is quite weak，QSB.

你的信号相当弱，信号衰落了。

（10）Is my signal getting weaker？

我的信号变弱了吗？

（11）I think your signal is going to fade out.

我想你的信号变得衰弱了。

（12）I think the band is going out.

我想这个波段关闭了（传播不好不能使用了）。

【在进行关于信号报告的交谈时，不要把“我的信号”“你的信号”这两个概念搞错了。“我的信号”是指对方听我的信号情况，由对方报告给我；“你的信号”则是由我报告给对方的关于对方传过来的信号情况。也不要把“信号报告”（signal report）的概念搞错，在业余电台通信中，“信号报告”是一个专用名词，相当于“信号情况”的意思。如说“我的信号报告”是指我的信号而不是我给对方的报告。】

7.有关姓名的用语

（1）My name is Li，Lima India，Lima India，Li is my handle.

我姓李，李是我的名字。

【在业余通信中，爱好者常用一个简化了的名字，称之为“handle”。】

（2）I missed your name，please say again.

我没抄上你的名字，请再说一遍。

（3）What is your name？I missed it due to QR-MiKe，please say again.

你叫什么名字？因为其他电台干扰，我没抄上，请再说一遍。

（4）My QRA is Li，Lima India，Lima India，Li is my handle，QSL？

我的名字是李，抄上了吗？

【在运用字母解释法解释呼号、姓名等内容时，一般应重复两到三遍。】

8.有关地址和交换卡片的用语

（1）My QTH is Nanjing，November Alfa November Juliet India November Golf...，P.O.Box is 538，538 ...

我的电台位置在南京，邮政信箱是 538 号……

（2）My QTH is OK in the Callbook.
我的地址在《呼号手册》上可以查到。
（3）Can I have your QSL information?
能告诉我你交换卡片的地址吗?
（4）Please QSL via the bureau.
请把 QSL 卡片通过管理局寄给我。
（5）Please QSL direct.
请把卡片直接寄来。
（6）QSL via the bureau，OK?
卡片经过管理局寄来，好吗?
【在联络过程中，经常有朋友提出这样的要求，不要忘了给对方一个回答。】
（7）No problem，I will send my QSL card to your bureau.
没问题，我将把卡片寄到你的管理局。
（8）I will QSL to you 100%（One hundred percent）.
我将百分之百地把卡片寄给你。
【业余电台应该守信用，在寄 QSL 卡片的问题上不可以言而无信，损害自身形象。】
（9）I'd like to have your QSL.
我将很高兴得到你的卡片。
（10）My QSL manager is W6AL.
我的卡片管理人是 W6AL。
（11）What's your zip code?
你的邮政编码是什么?
9.有关设备的用语
报告设备情况一般包括收发信机的型号、发射功率以及天线的形式及其高度等内容。世界上活跃着许多老爱好者，他们对自制设备、改进天线有着丰富的经验。经常交流设备方面的情况可以使你的技术水平得到不断的提高。
（1）My transceiver is a FT-ONE，Foxtrot Tango one. It is old but very well.
我的收发信机是 FT-ONE，虽然旧但很好。
（2）I'm using a home-brew transmitter which is running 15 watts，the type of my receiver is 239 used by military in China.
我使用自制的发信机，输出 15W，收信机是 239 型，这是中国制造的军用品。
（3）I'm using a TS-940 and a linear which is about 500 watts output.
我用的是 TS-940 加一台线性放大器，输出大约 500W。
（4）I am using a three-band five-element beam.
我用的是 3 波段 5 单元定向天线。
（5）My antenna is a five-element Yagi for 15，20 and 40 meters bands，a three-element Yagi for ten meters band which is home-brew.
我的天线在 15m、20m 和 40m 波段是一副 5 单元八木天线，在 10m 波段是一副自制的 3 单元八木天线。
（6）My antenna is on the roof about thirty meters high from the ground.
我的天线在房顶上离地面 30m 高。
（7）I'm using a two-element quad and it's ten meters high.
我使用两单元方框天线，10m 高。
（8）My beam was damaged（breakdown）by a violent typhoon at last week，so I'm

using a inverted-V（Dipole，Vertical）antenna and it’s only five meters high.

我的定向天线上星期被一股强台风刮坏了，所以现在用的是一副“倒 V”天线（双极水平天线、垂直天线），它只有 5m 高。

（9）My antenna is a vertical antenna. Because I have some space limit. In the big city，we have this type of problems.

我的天线是一副垂直天线。因为我的空间受到限制，在大城市我们有这方面的问题。

（10）I’m sorry that I’m not QRV on the 16 meters band.

对不起，我还没有准备好在 16m 波段上工作。

在以上这些句子里，出现了许多常用的收发信设备和天线的名字。关于它们的具体情况将在以后的章节里介绍。每个 HAM 应充分了解自己所用的设备以及英语的表达方法，这对于提高水平、增强彼此之间的了解是非常必要的。

10.有关电波传播情况的用语

（1）The condition must be very nice today. How much power do you guess I am running?

今天的传播情况一定很好。你猜我现在的输出功率有多少?

（2）The propogation is badly today，so very strong noise on this band now.

今天电离层情况不好，现在这个波段上有很强的噪声。

（3）You have a beautiful signal coming here but I’m using long path to you.

你的信号传到这里非常好，但我是用“长传播”对着你的。

【当使用定向天线时，将方向直接对着对方称“短传播”（Short path）；如果将天线方向背对着对方，使电波绕地球一周到达对方则称为“长传播”（Long path）。在以后的章节里我们将会看到，有的时候“长传播”的效果比“短传播”好。】

（4）Please wait a minute（QRX），While I turn my beam to your side.

请稍等，我把天线方向转向你这边。

## 2.7 业余无线电通信基本程序

每个人都有打电话的经历。拨通电话说声“喂？”，双方便开始了交谈。可以是一人讲一人听，也可以两个人同时说，只要你能反应得过来，但在电台上相互联络就不一定能行了。一般业余电台在同一时刻内只能在“收信”或“发信”两种状态中选择一项，不能同时进行，即所谓“单工工作”方式。如果你没等对方讲完便贸然插话，只会是“白说”，对方听不见而只能令其他收听者哑然失笑。为了保证通信的顺利进行，我们必须遵循不同于寻常谈话方式的“通信程序”。

### 2.7.1 呼叫前的准备工作

一定要在你准备使用的频率上收听一会儿。业余频段上工作的电台很多，互相之间要避免干扰。如果听到频率上已经有电台在工作，就应主动换频率。

要问一下这个频率是否有人在使用。有些时候频率上两个电台正在联络，其中有一方我们恰恰听不到。为防止干扰，应首先问一声“这个频率上有人吗？”。英语则用

Is this frequency in use? 或者

Is this frequency occupied? 或

Anybody here?

如果听到有人回答，就应主动换一个频率。当然，如果你占用的一个频率正在联络，你听到有人问以上问题时则应回答并请对方改一下频率，英语可以是：

Yes，the frequency has been in use，please QSY，thank you.

在通信过程中要经常报出自己的呼号。国际电信联盟《无线电规则》规定：各业余电台

在发信过程中，应该每隔一段时间就要发送他们的呼号。在调整发信机发出试机信号时，可以有自己的习惯用语，但一定要说明试机“Testing”和自己的呼号。正确的用语是：

1，2，3，4 Aha testing BY1PK testing...

在双方联络中，更应遵循下面的各种程序要求，经常重复自己的呼号。

**2.7.2 普遍呼叫**

没有特定联络对象的主动呼叫称普遍呼叫。听到普遍呼叫后任何台都可以回答。发出普遍呼叫的台应友好地逐个和回答的电台联络。故意不理睬某个台，或是在回答过程中忽然和其中的某个台长谈起来而置其他电台于不顾都是不礼貌的行为。在众多的回答中如果听到 QRP 小功率台或是女士的呼叫，则应适当地优先回答。

普遍呼叫的程序如下。

（1）中文程序。

CQ 3 遍

这里是 1 遍

本台呼号 3 遍

请回答 1 遍

（2）英语程序。

CQ 3 遍

This is 1 遍

本台呼号 3 遍（其中至少有 2 遍用字母解释法）

Standing by 1 遍

（3）CW 程序。

CQ 3 遍

DE 1 遍

本台呼号 3 遍

K 1 遍

在没有听到回答时应重复上述程序。用语言呼叫时应注意语气亲切、平稳，速度较慢，用 CW 方式呼叫时应发得清楚平稳。

**2.7.3 区域性呼叫**

许多情况下的普遍呼叫有特定条件，例如呼叫某个地区的电台或某个网络内的电台、比赛中的呼叫等。这种呼叫和普遍呼叫程序基本一样，只要在 CQ 后面加上你的附加条件即可。

比如呼叫欧洲电台，应该是：

CQ EUROPE，CQ EUROPE，CQ EUROPE…

同样，当只呼叫中国电台时，应该是：

CQ BRAVO，CQ BRAVO，CQ BRAVO…

呼叫不包括本国在内的远距离电台时则应：

CQ DX，CQ DX，CQ DX…

比赛中的呼叫则应该是：

CQ CONTEST…

在进行这种有明确范围的呼叫时，应拒绝回答不在此范围内的电台，否则便失去了这种呼叫的意义。这样不仅可以增加捕捉到自己需要电台的概率，提高联络质量，又可“名正言顺”地拒绝回答不想联络的电台，减轻 QSL 的压力。同理，当听到其他电台在进行区域性呼叫而自己又不在被呼叫的范围内时不要应答。

许多爱好者习惯在呼叫中表明所用的波段，比如 21MHz（即 15m 波段），则呼叫中可以这样：

CQ Fifteen，CQ Fifteen，CQ Fifteen…

也有些时候我们发出普遍呼叫，但特别希望某个地区的电台回答（注意，这和仅仅呼叫某个地区是不同的）。比如我们特别希望欧洲台回答，可以把呼叫远距离电台的程序改成：

CQ DX 3 遍

This is 1 遍

本台呼号 3 遍

Calling CQ DX beaming to Europe and standing-by。

### 2.7.4 回答程序

在听到某台的普遍呼叫、区域性呼叫而自己属于被呼叫范围之内，你也准备与其联络，或听到某台呼叫本台后，即应适时应答。回答的程序如下。

（1）中文程序。

对方呼号 1～3 遍

这里是 1 遍

本台呼号 1～3 遍

请回答

（2）英文程序。

对方呼号 1～3 遍

This is 1 遍

本台呼号 1～3 遍

Over 1～2 遍

【Over 和 Standing-by 都是表示自己已讲完话请对方说的意思，但 Over 多用于已经和对方联系上以后，Standing-by 则用于尚未和任何台建立联络时用。】

（3）CW 程序。

R（听到了） 1～2 遍

对方呼号 1～3 遍

DE 1 遍

本台呼号 1～3 遍

K 1～2 遍

### 2.7.5 预约联络呼叫

这是对某个事先约定好的特定电台的呼叫，在进行这种呼叫时要说明是预约的，在最后应用 Over 或 Go only 结束。例如：

VK2BVS this is BY4RSA calling on schedule，SAM，are you on？Over.

VK2BVS，这里是 BY4RSA，预约呼叫。SAM 在这里吗？请回答。

过了预约时间还没有听到对方回答，可以用 Anybody relay？

（即谁可以中转）要求中转方法是：

VK2BVS This is BY4RSA... BY4RSA is calling VK2BVS and anybody relay? Over.

VK2BVS，这里是 BY4RSA 正在呼叫 VK2BVS，谁能中转？请回答。

在许多情况下同一地区的爱好者会帮你转达，或打电话把你预约的台叫出来。

### 2.7.6 未听清对方呼号时的询问呼叫

当你发出 CQ 呼叫后，许多电台会回答。但多个电台同时说话，常令初学者难以分辨；有的电台回答时非常简洁，只报一遍呼号，也常使你措手不及。在这种情况下，必须熟练地运用“询问程序”。

在基本没有听清谁在呼叫时的询问主要是使用“QRZ？”，但同时应报出你自己的呼号。具体程序如下。

（1）中文程序。

QRZ？　1～2 遍

这里是　1 遍

本台呼号　1～3 遍

（2）英文程序。

QRZ？　1～2 遍

This is　1 遍

本台呼号　1～3 遍

（3）CW 程序。

QRZ？　1～2 遍

DE　1 遍

本台呼号　1～3 遍

也可以在本台呼号后面再加一个“QRZ？”。应该注意的是，有的初学者在听不清对方呼号时很着急，在询问 QRZ 时便不自觉地把这种情绪流露出来，“QRZ”说得很快很急；有的爱好者对于别人的 QRZ 似乎很不耐烦，不愿意尽量为对方提供帮助，这都是应该克服的毛病。即使是因为对方熟练程度的原因，根据国际业余无线电规则，我们也有责任“慢慢地，一个一个地解释清楚”，这是应遵守的基本礼仪。

当听清了对方呼号某一部分时，就不要用 QRZ 询问了，这样可以避免多个电台再次同时回答。在英语通信中，一般可用 Something（某东西）或用 Question Mark（问号）来代替没有听清的部分回答对方，例如：

Something 4 EVV（抄上部分应该用解释法读）

This is ... over.

也可根据呼号的三个组成部分分别提问，请对方重复，例如：

What's the prefix of your callsign？

你呼号的前缀是什么？

用 CW 工作时，则用“？”代替未抄上部分就可以了，例如：

？4EVV DE BY4RSA K

在抄收很困难时，我们可以要求对方重复慢一些，例如：

Would you please say your callsign again slowly and phonetically？

你能慢一点用字母解释法把你的呼号重复一遍吗？

在听不清对方说的数字时，还可以请对方用 Counting 即数数字的方法重复，例如：

问：Sorry，you are very weak，so very difficult to copy the number of your callsign, please count the number.

对不起，你的信号很弱，所以抄你呼号中的数字很困难，请数数。

回答是：My callsign is BY3AA the number is 3. 1，2，3. 1，2，3…

我的呼号是 BY3AA，数字是 3。1，2，3。1，2，3 的 3…

**2.7.7 双方沟通后的联络程序**

当双方已经相互抄上对方的呼号后，就可进行其他各项内容的交流。基本程序如下（以下程序中的对方呼号和本台呼号一般都不用字母解释法）。

（1）中文程序。

明白了 1 遍

对方呼号 1 遍

这里是 1 遍

本台呼号 1～2 遍

通信内容
对方呼号 1 遍
这里是 1 遍
本台呼号 1～2 遍
请回答 1 遍
（2）英语程序。
Roger 1～2 遍
对方呼号 1 遍
This is 1 遍
本台呼号 1～2 遍
通信内容
对方呼号 1 遍
This is 1 遍
本台呼号 1～2 遍
Over 1～2 遍
（3）CW 程序。
R 1 遍
对方呼号 1 遍
DE 1 遍
本台呼号 1～2 遍
通信内容
对方呼号 1 遍
DE 1 遍
本台呼号 1～2 遍
K 1～2 遍

应该注意，只有在对方讲的内容全部听清时，才可以在回答中用“Roger”单词。和 Roger 用法相同的还有 QSL 和 Solid copy。一面说“Roger”，一面却又要对方重复某些内容是不正确的。

“通信内容”应按照前面有关章节的说明，首先给对方信号报告，然后再说其他。具体可参照后面章节给出的实例。

每次通信内容应力求简洁，不要长谈。我们应尽量减少空中电波可能引起的干扰，而且应避免因传播条件变坏导致通信中断的情况。在沟通联络后，应先向对方问好，这也是爱好者最起码的礼貌。

**2.7.8 异频工作的呼叫方法**

在很多情况下使用异频工作（SPLIT）可以收到特别的效果。如果我们在 40m 波段上要用 SSB 和二区国家的电台联络，只有通过异频才行。当有很多电台一起呼叫自己时，众多的信号有可能压住我们而使得别人听不到我们。在这种情况下用异频工作就可以避免这个问题。异频工作的呼叫方法是要经常报出自己守听的频率。请看下例：

比如，BY8AA 在 7.080MHz 发信，想在 7.160MHz 收听，呼叫的方法是：

CQ North America，This is BY8AA，listening on 7.160MHz…

在许多时候只需报出守听频率后几位数字，如上例中只要说 Listening on 160 也就可以了。

如果开始的时候我们用同频工作，但工作了一段时间后改用异频工作方法，这时应该说：

Please QRX，I Will Work SPLIT，let me find a clear frequency.

然后再告诉其他台自己的收听频率。

当呼叫自己的电台很多时，也可以把收听频率保持在一个小范围内，其他电台会适当改变其发信频率，减少重叠，使收听较为容易。例如设在拉萨的特设台在 14.200MHz 发信，收听频率在 14.210～14.220MHz，可以这样呼叫：

QRZ？QRZ？This is BT0ZML listening from 14.210 to 14.220MHz，QRZ？

**2.7.9 插入呼叫的方法**

有两个电台正在联络，你想呼叫其中的一个，可以等他们讲完后或谈话告一段落时插入呼叫，方法是：自报呼号和“Break in”。

例如：BY7QNR Break in.

插入呼叫要简短，然后看对方反应。如果对方不打算回答你，就不应该再呼叫。如果被叫的一方告诉你这个频率不是他的，就应该改频后再与之联络。在这种情况下对方可能这样说：

This frequency has been in use，please QSY up.

这时你应该把频率改高一点，在不干扰其他电台的地方再呼叫对方。

插入呼叫只适用于已听清了正在联络的双方的谈话进程，而自己非常有必要呼叫其中之一时。随便插入，或打断别人的谈话，都是不礼貌的行为。

电波的传播是没有国界的，即使是功率很小的电台也可以进行远距离 DX 联络。所以，无论是对外联络还是和国内熟悉的朋友在空中交谈，每一个爱好者都应时刻遵守业余电台的通信规则，在热情、礼貌、规范的通信用语中向全世界显示出自己良好的精神风貌。

## 2.8 完整通信程序举例

一个完整的通信程序如表 2-4 所示。

表 2-4 完整的通信程序

| 英语 | CW | 中文 |
|---|---|---|
| BY1PK:<br>CQ CQ CQ This is BY1PK，BRAVO YANKEE ONE PAPA KILO，BY1PK calling CQ and standing-by | CQ CQ CQ DE BY1PK BY1PK BY1PK K | CQ CQ CQ，这里是BY1PK，向所有的电台呼叫并等待回答 |
| JA1BK:<br>BY1PK BY1PK. This is JA1BK. JULIETT ALFA ONE BRAVO KILO，JA1BK（In ToKyo calling you and）standing-by | BY1PK BY1PK DE JA1BK JA1BK K | BY1PK，这里是JA1BK（在东京）呼叫你并等待你的回答 |
| BY1PK:<br>JA1BK. This is BY1PK. dear friend. good morning and thank you very much for coming back to my call.You are five and nine，fifty nine. my name is Wang，Whiskey Alfa November Golf，Wang is my handle，and my QTH in BeiJing，how do you copy? JA1BK，This is BY1PK，over | JA1BK DE BY1PK R DR OM GM ES TNX VY for UR CALL.UR RST 599 599.MY NAME IS WANG ES MY QTH IN BEIJING. HW? JA1BK DE BY1PK K | JA1BK，这里是BY1PK。亲爱的朋友，早上好，谢谢你回答我的呼叫。你的信号是59。我姓王，我的位置在北京。你都听清楚了吗？JA1BK，这里是BY1PK，请回答 |
| JA1BK:<br>BY1PK，This is JA1BK，roger. Dear Wang，good morning to you and thanK you very much for nice report. Your signal is five nine，five and nine. My name is KAN，Kilo Alfa November and my QTH is Tokyo. T，Tango，O，Oscar，K，Kilo，Y，Yankee，O，Oscar Tokyo，the capital city of JAPAN. The weather here is cloudy，the temperature is fifteen degrees centingrade in my shack. My equipment is transceiver TS nine fifty and antenna is TH7DX. I hope you are reading me OK. BY1PK this is JA1BK，over | BY1PK DE JA1BK R DR OM WANG GM ES TNX FOR NICE RPRT.UR RST 599 599. MY NAME IS KAN ES QTH IS TOKYO.WX HR IS CLOUDY TEMP IS 15C IN MY SHACK. MY RIG TRX IS TS950 ES ANT IS TH7DX.OK? BY1PK DE JA1BK K | BY1PK，这里是JA1BK。亲爱的老朋友王，早安，谢谢你很好的报告。我的名字是KAN，在日本首都东京。这里的天气是阴天，机房里的温度是15℃。我的设备是TS950收发信机和TH7DX型天线。希望我所讲的你已都听清楚了。BY1PK，这里是JA1BK，请回答 |

续表

| 英语 | CW | 中文 |
|---|---|---|
| BY1PK：<br>JA1BK this is BY1PK. Thank you for fifty nine report. I'm using the transceiver FT-ONE with the amplifier HL3K. My antenna is eleven elements Yagi about thirty five meters high. I will send my QSL card to you. Please send your QSL card to me Via P.O.Box 6106 BeiJing China. Do you roger，Dear Kan？JA1BK from BY1PK，go ahead please | JA1BK DE BY1PK OK FB DR OM KAN TNX FOR 599 RPRT. HR RIG IS TRX FT-ONE ES AMP HL3K.MY ANT IS 11ELE YAGI ABT 35M HI.MY QSL SURE PSE UR QSL VIA BOX 6106 BEIJING CHINA OK？DR KAN JA1BK DE BY1PK K | JA1BK，这里是BY1PK。完全明白，亲爱的KAN，谢谢你给我59的信号报告。我用的是FT-ONE收发信机加上HL3K的放大器。我的天线是11单元八木天线，大约35m高。我将寄给你我的QSL卡片。请把你的卡片通过北京的6106信箱寄给我，好吗？亲爱的KAN，JA1BK，这里是BY1PK，请回答 |
| JA1BK：<br>Roger BY1PK，this is JA1BK. Dear Wang thank you so much for the information of your equipment. Yes I will send my QSL card to you via P.O.Box 6106 BeiJing China. Your QSL please via the bureau. Now here is QRU. I hope to see you again very soon. Seventy three to you and your family. Good bye，dear Wang. BY1PK this is JA1BK，bye-bye | BY1PK DE JA1BK R DR WANG TNX FOR INFO OF UR RIG.YES MY QSL VIA P.O.BOX 6106 BEIJING CHINA TO U.UR QSL PSE VIA BURO.NW QRU HPE CUAGN SN 73 TO U ES UR FAMILY GB DR WANG-BY1PK DE JA1BK SK TU E E | BY1PK，这里是JA1BK。谢谢你告诉我有关你设备的详细资料。好的，我的QSL卡片经过北京6106信箱给你寄去，你的卡片请通过管理局寄给我。现在没有事了，希望能很快再联络到你。向你和你的家庭致意。亲爱的王，再见。BY1PK，这里是JA1BK，再见 |
| BY1PK：<br>JA1BK this is BY1PK，thank you very much for the QSO. I hope to meet you again also，good luck to you and best DX. Seventy three，Dear KAN good bye.JA1BK this is BY1PK，bye-bye | JA1BK DE BY1PK TNX FOR QSO HPE CUAGN ALSO.GL TO U ES BEST DX 73 DR KAN GB JA1BK DE BY1PK SK TU E E | JA1BK，这里是BY1PK。谢谢这次联络，同样希望再一次联络到你，祝你走运和取得良好的DX成绩。亲爱的KAN，向你致意，再见。JA1BK 这里是BY1PK，再见，谢谢 |

以上介绍的是从呼叫“CQ”到结束联络的一个最基本的联络过程。在实际工作中使用的语句及内容都可以根据情况予以增减和灵活运用。但双方的信号报告是不能没有的，否则就是一次无效联络。从上例中还可看到，用 CW 联络在结束时往往多发两个点，这是一种习惯做法，大概用来表示“意犹未尽”吧。

## 2.9 网络通信

在业余频段里有着许多组织有序的通信网络，比如我国的“BY 网络”、其他国家国内或某地区性质的网络及专为 DX 远程联络组织的网络等。要加入某个网络的通信，必须首先了解这个网，然后才能在适当的时机插入。

常见的用语音（话）工作的网一般都是同频工作的“纵式（主从式）网”，即由一个网络控制台（主台）和若干个属台组成。主台可以和任何一个属台纵向联络，属台之间不可以横向联络。

如果属台之间需要联络，必须经过主台同意并由主台安排。在网络中发信应尽量简短，以避免浪费其他电台的时间。属台之间未经主台同意就占用网络的频率相互联络，在网络的频率上调试发射或呼叫 CQ 等都是不应该的。

在 DX 远程通信网中也可看到有一个主控台、一个或若干个副控台的情况。比如一个网，主控台在美洲，亚洲、大洋洲各有一副控台，各洲均有一批属台等。在这种情况下主台、副控台之间可以保持联络，各属台都要听从主台的安排。

主控台应当具有能较好连通网络上所有（或大部分）电台的条件（如较好的地理位置、设备、传播条件等），操作员也应具有能较好地控制网络秩序的经验和技巧。

网络控制台（Net Control Station）在开始工作呼叫各属台时，一般应将网的名称、目的、频率、方式、时间以及主控人的姓名报出，请看下例。

CQ BY，CQ BY，CQ BY，This is BY1PK，The net control. The BY net meets on 14.330MHz at 10AM every Tuesday for the purpose of handling traffic in China. My name is Tong，any one who wants to Join the net，please give me your suffix.

【CQ BY，这里是 BY1PK，网络的主控台。BY 网络每星期二上午 10 点工作，目的是

进行国内联络。我姓童，要进网络的电台请报呼号后缀。】

各属台报出自己的呼号后，由主台一一登记。主台还应询问是否有急事以及小功率台、移动台、远距离台加入或有无要中转的，以免漏听。

想在网络工作过程中加入进去的电台应该在主台不发信时以最简单的语言呼叫，并等待主台的安排，比如 BY4RSA 想中途插入，应呼叫：

4RSA check in.

【4RSA 登记加入。】

在业余波段上还活跃着许多自发组织的 DX 通信网，目的是为爱好者联络远距离电台提供帮助。这些网络由一个主控台负责组织，有时还有一个或一个以上的副控台。这些网络的组织者呼叫 CQ，欢迎包括许多“稀有”电台在内的远距离台入网，然后组织周围所有想和这些远距离台联络的爱好者轮流呼叫，逐个完成 QSO。参加这类网络工作，是对自己操作水平的锻炼和检验。它不仅能为平时不容易听到我们的朋友提供机会，还能联络上许多平时难以找到的“稀有”电台。比如 15m 波段 1000UTC 在 21.155MHz 由 DK9KE 和 UW4CW 组成的欧洲 DX 通信网络，我们可以从中听到众多的欧洲电台以及一些非洲台；20m 波段 1100UTC 在 14.225MHz 由 VK4OH 或 VK4MZ 主控，并有北美的几个副控台组成的北美网络，我们可以通过这个网联络到北美和大洋洲、南美洲的电台。

怎样才能进入这样的网络？首先要经常守听这些网，了解这些 DX 网的活动规律、目的和工作程序，或在适当的时候询问一下主控台。在不了解这些基本情况时不要贸然呼叫，以免干扰别人的正常工作。

在 DX 网络正式开始之前，主控台通常会在网络频率上介绍参加该网的远距离电台的情况。如果有第一次参加网络的 DX 台，主控台会主动询问他的 QSL 地址等情况，以便向各台介绍。网络开始，主控台呼叫 CQ 并宣布有哪几个远距离台参加，接着请想入网的电台报呼号（一般只需要呼号后缀），主控台一一登录。当主控台登录了一些呼号后会叫“暂停”，然后根据登录先后顺序组织这些台和 DX 台联络。也有的主控台按 DX 台的顺序，介绍一个 DX 台，接着登录一批想和这个 DX 台联络的台并组织他们呼叫联络，然后再介绍一个 DX 台，再登录一批并组织联络。在整个过程中主控台会不断地询问还有没有远距离台加入？还有谁要进网？并经常介绍网络的情况。

下面以 BY4RSA 进入 DK9KE 主控的 DX 网为例说明这一过程。

DK9KE：Any DX check in？This is DK9KE net，any DX check in？

【这里是 DK9KE 网络，有 DX 台登记吗？】

BY4RSA：BY4RSA check in.

【BY4RSA 登记。】

DK9KE：OK，BY4RSA，welcome to this DX net. Please stand by. Any DX check in？

【BY4RSA，欢迎你加入这个 DX 网，请等待。还有哪个 DX 台登记？】……

DK9KE：Today in this frequency are EA8BTR, J28GG, BY4RSA, HL1PE…If you want to QSO with these DX stations，please give me your suffix，QRZ？

【今天在这个频率上有 EA8BTR，J28GG，BY4RSA，HL1PE 等电台。如果你想和这些台直接联络，请给出你的呼号后缀，谁在呼叫？】

在进行过上面这番联络后，BY4RSA 已经在网络里登记，这时应该守在这个频率，注意主控台的说话内容，随时准备和其他台联络。下面这段对话就是这次联络的继续。

DK9KE：DL3YDQ，make your call.

【DL3YDQ，你开始呼叫。】

DL3YDQ：BY4RSA，BY4RSA，please copy，this is Delta Lima three Yankee Delta Quebec，your signal is 57，57，QSL？

【BY4RSA，请抄收。这里是 DL3YDQ，你的信号是 57，抄上了吗？】

BY4RSA：DL3YDQ，this is BY4RSA，your 58，58. Thank you. Back to net.

【DL3YDQ，这里是 BY4RSA。你的信号是 58，谢谢你。我们返回网络。】

通过类似以上的联络，许多台会和 BY4RSA 联络。当然也有可能在一段时间里其他台不呼叫你而呼叫另外的远距离电台，我们应该耐心地等在边上。如果你必须离开这个频率，要事先向主控台打招呼说明原因。如果你没有足够的时间，就不要随便加入网络。

在网络里，你也可事先告诉主控台你想和另外的远距离台联络，主控台在适当的时候也会安排 DX 台之间的相互联络。仍以上述网络为例，BY4RSA 想和另一个远距离台 J28GG 联络：

DK9KE：BY4RSA，Do you have any call？

【BY4RSA，你要呼叫哪个？】

BY4RSA：Yes，J28GG，J28GG，please copy. This is BY4RSA，your signal is 55，QSL？

【是的。J28GG，请抄收。这里是 BY4RSA，你的信号是 55，抄上了吗？】

J28GG：BY4RSA，this is J28GG. Your also 55，thank you. Back to net.

【BY4RSA，这里是 J28GG。你的信号也是 55，谢谢你，我们返回网络。】

当然，如果你不想和另外的 DX 台联络，在主控台询问你时可以如实告诉他：No call，thank you.

在通信过程中，主控台会经常报告各 DX 台交换 QSL 卡片的地址，我们应该注意听抄。实在没听到，可以通过主控台询问。但应该记住，在网中联络要力求简洁，并应听从主控台的安排。

在进行通常的 DX 联络中，有时会出现很多电台蜂拥而上一起呼叫你的情况。这时候你可以组一个临时网，把呼叫你的电台先登记一下，然后由你一个一个地呼叫，进行快速联络。请看下例：

BY4RSA：Please stand by every one，this is BY4RSA，BY4RSA from China，please stand by. I will have a list and call you one by one. Please give me your suffix，only suffix，QRZ？

【大家请停一下。这里是 BY4RSA，在中国。我将列一个表，一个一个顺序呼叫。请告诉我你的呼号后缀，只要后缀。谁在呼叫？】

接下来的事就是集中精力听抄呼号。一种办法是听一个立即重复一下，如下例：

BY4RSA：Echo Charlie，please stand by，next one（or have any one）

…

Uniform Quebec X-ray，next one.

…

Charlie Whiskey Whiskey，next one.

…

Papa Uniform Kilo. OK，that’s all. Echo Charlie，now you please.

…

一次列表一般为 10～15 个呼号，在整个过程中可以插进介绍自己情况的内容，如名字和交换 QSL 卡片的地址等。组织这种临时网要有比较强的机上工作能力，如果听抄呼号速度不快或错误百出，别人是会被吓跑的。

也可以在一段时间内只抄收呼号（后缀）而不一个一个地回答，当抄到了 10 个左右的呼号后请各台暂停，然后再一个个地呼叫回答。

在这种通信中还可以按地区呼叫，如 1 区、2 区、3 区……或是按呼号的字母顺序呼叫

等。

在平常的通信联络中，比较多的情况是我们听到别的电台在组织网络。比如一个“稀有”台在频率上，很多台在叫他，他就会用上述的方法组织临时网络。这时如果你想和他联络，就得设法使他听到你的呼号或呼号后缀。当他呼叫你后，你一定要尽量迅速地和他沟通。在这种情况下不要主动介绍自己的情况，以免“阻塞交通”，影响他人。

## 2.10 遇险通信和应急救援通信

### 2.10.1 遇险通信

遇险通信是指某些船舶、航空器或车辆等在受到严重而且是紧急危险的威胁，必须立即救援时人们所从事的通信活动。

除业余业务以外的各通信业务要进行国际间通信，必须事先经有关双方国家的主管部门同意，然后再按规定的程序通知对方才行。而业余频段不受国际规则或通知程序的限制。而且业余电台数量多、分布广，每天 24 小时都有电台在业余频段上活动。业余无线电爱好者们又都具备着助人为乐的高尚品质，所以遇险电台往往会到业余频段上进行呼叫。因此，每个业余电台及其爱好者，都应该非常熟悉遇险通信的有关知识及规定，以便在需要时能应用自如。

遇险后发出的信号：电报是“SOS”，即“・・・— — —・・・”；语音（话）是“MAYDAY”，其发音应是法语的“m’ai-der”。

根据国际电信联盟（ITU）的规定，用报拍发遇险信号时，其速度一般不得超过每分钟 16 个字；用语音（话）时应缓慢而清晰地读出每一个字，以利于抄收。

遇险呼叫的方法是：

遇险信号（SOS 或 MAYDAY） 3 次

DE（或 This is） 1 次

遇险电台的呼号 3 次

所有业余电台必须牢记，遇险呼叫较其他一切发送有绝对的优先权。所有听到这种呼叫的电台应立即中止可能干扰遇险通信的任何发信，并应在遇险呼叫的发射频率上继续守听。

遇险电台或遇险通信的控制台，可以强制任何干扰遇险通信的电台或该地区所有移动业务电台保持沉默，其指令是：

报：简语 QRT 紧随着遇险信号，即 QRT SOS

话：SEELONCE MAYDAY

其读音如法语“Senlence m’aider”。

这个强制性的指令，可以发给所有电台（即 CQ），也可发给某一个电台。一旦听到以上指令，就说明自己的发射可能已经干扰遇险通信，应立即无条件地停止。

遇险通信的解除：

当遇险通信结束时，遇险通信的控制台会马上对所有电台发出通知，该频率就可以恢复正常使用，其方法是：

SOS（话 MAYDAY）；

CQ（3 次）；

DE（话 This is）；

发送通知电台的呼号；

通知交发的时间；

曾经遇险的电台名称或呼号；

QUM 或 QUZ（话 SEELONC FEENEE 或 PRU-DONCE，分别读作法文 silence fini 或 prudencl）。

所有在遇险通信频率上的电台，只有在听到以上通知后，才能改变沉默状态，恢复正常工作。

应该特别指出的是，随着现代科学技术尤其是卫星通信技术、数字技术和计算机技术的飞速发展，自 1999 年以后，在辽阔的海洋上“服役”了近一个世纪，并且挽救过成千上万个生命的“SOS”“MAYDAY”遇险信号，已光荣“退役”，取而代之的是“GMDSS”（Global Maritime Distress and Safety System）即“全球海上遇险和安全系统”。这个系统在船只遇难时，不仅能向更大的范围更迅速、更可靠地发出救难信息，还能以自动、半自动的方式取代昔日的人工报警，所以能更及时、有效地对海难进行救助。但是对于尚未安装 GMDSS 相关设备的船只以及航空器和其他救难事件来说，以上的遇险通信仍然是适用的。

**2.10.2 应急救援通信**

应急救援通信，是指某些重大的突发事件（如各类重大的自然灾害等）发生，造成人员大量伤亡，社会财产遭受重大损失时所从事的通信活动。

1.“求救呼叫”和“求救报告”

突发事件发生的第一时间，往往伴随着电力供应以及公众电信、道路交通等设施遭到破坏，与外界的联系暂时中断等情况，灾害现场出现的人员伤亡，财产损失仍在继续，而又缺乏必需的救援力量。这时，灾害现场的业余无线电爱好者，首要任务是迅速开设电台，向外呼救。应尽快找到可供收、发信机使用的电源（如小型发电机、蓄电池、汽车电源等），选择有利地形，迅速架设天线，并立即进行紧急“求救呼叫”。“求救呼叫”的方法与“遇险呼叫”相同，如仅在 V/U 段，可用汉语直接进行“求救呼叫”：

“May Day、May Day、May Day！ BA1AAA 求救，BA1AAA 求救，BA1AAA 求救！ 听到请回答。”

在求救呼叫得到灾害现场以外地区的回答时，呼救电台向外发送的信息首先应包括以下内容。

（1）受灾的精确地点及性质（即遭受何种灾害）。

（2）受灾的程度及受灾现场的情况。

（3）灾害现场现有的救援力量及迫切需要何种救援。

（4）其他一切有利于援助的资料。

如“求救呼叫”未能得到及时回答，也可将上述内容以盲发的方式，直接作为“求救报告”做间歇性的重复发送，直至收到回答为止，但重复发送的间歇时间应当充裕，以便让准备回答的电台有时间启动其发信设备。

发送“求救报告”的程序为：

SOS 或 MAYDAY 或“紧急求救” 1～3 次

“我是（THIS IS）”或 DE 1 次

呼救台呼号 1～3 次

求救报告（即上述 1～4 项内容）

报告完毕 1 次

呼救台呼号 +“呼救” 1 次

听到请回答

“求救呼叫”和“求救报告”是最高级别的信号，任何业余电台收听到“求救呼叫”和“求救报告”时，不论是否正在联络，必须立即无条件中断发射，改为守听状态并给予必要的协助。“求救呼叫”和“求救报告”只有第一现场的电台在直接报告涉及人员生命危险且尚未得到有效救助的情况下才可使用。

2.对“求救呼叫”和“求救报告”的回答

（1）非受灾现场的电台对“求救呼叫”和“求救报告”的回答。

对“求救呼叫”回答的格式为：
SOS 或 MAYDAY 或“紧急救援” 1～3 次
呼救台呼号 1～3 次
“我是（THIS IS）”或 DE 1 次
本台呼号 1～3 次
“我在”××××（本台的位置）
对方信号报告
“听到请回答” 1 次
对“求救报告”的回答格式为：
SOS 或 MAYDAY 或“紧急救援” 1～3 次
呼救台呼号 1～3 次
“我是（THIS IS）”或 DE 1 次
本台呼号 1～3 次
对方信号报告 1 次
“你的求救报告收妥” 1～3 次
“听到请回答” 1 次
沟通后，首先应报告你所在的位置和明确告知可能给予的援助。

在受灾地区尚未与外界救援机构取得联系或得到有效救助之前，作为非受灾现场的业余电台，必须尽一切努力帮助其把灾情通知到有关救援机构，协助救援机构与灾区取得联系，并尽自己所能，积极参加或协助组织救援力量对受灾地区进行救援，在呼救频率上继续保持守听，以便保持与灾区求救电台的联系。

下列各有关机构，可作求救援助的参考：

各级政府重大突发事件快速应急机制的有关部门，军队，各级民政部门，各级红十字会，各级地震局（地震灾害时），受灾现场附近或其上级的公安、消防机构，医疗机构、急救中心，新闻媒体，其他民间的一切救援、慈善机构等。

（2）灾害现场的电台对“求救呼叫”和“求救报告”的回答。

因为同属灾害现场电台，为不干扰其他现场电台的呼救，以及任何外界电台对“求救呼叫”和“求救报告”的回应，同时也为了节省时间和能源，应迅速商定相互间共同呼救的协调方案。协调方案包括频率、时间、方式上的交叉，设备、位置的调整等。如你已与外界救援机构取得联系或有救援力量，沟通后则应迅速协调救援力量的使用或继续求援的方案，必要时可由你或外界救援机构电台负责立即组成临时“应急救援通信网”（关于“应急救援通信网”，本节以下条款将有介绍），进行统一调度、指挥，应避免灾害现场电台之间无谓的情况交流。

灾害现场电台对“求救呼叫”和“求救报告”的回答程序同非现场的电台。

3.紧急救援联络

“紧急救援联络”是指对“求救呼叫”和“求救报告”回答后，在呼救电台未得到有效救援发出“解除求救”信号前和呼救电台之间进行的联络。联络程序是在每次呼叫和回答前加呼救信号。

SOS 或 MAYDAY 或“紧急救援”（呼救台为“紧急求救”） 1～3 次
对方呼号 1～3 次
“我是（THIS IS）”或 DE 1 次
本台呼号 1～3 次
通信内容
“请回答” 1 次

“紧急救援联络”直接关系到拯救生命，在频率上的所有电台，凡听到冠以 SOS 或 MAYDAY 或“紧急救援”（呼救台为“紧急呼救”）的联络，也均应立即停止发射，改为静候守听并尽自己的力量参与救援。

4.解除求救

当灾害现场已与相应的救援机构建立联系，救援力量已经到达，现场的人员伤亡、财产损失已经得到抑制，伤残人员正在得到处理，紧急情况得到缓解时，呼救电台或“紧急救援联络”的控制台应及时发出“解除求救”的信号，以免其他电台继续长时间守听。“解除求救”的格式见“遇险通信的解除”，如系普通话联络也可直接用普通话解除求救，格式如下：

（1）SOS 或 MAYDAY 3 次。

（2）“各台注意”或 CQ 3 次。

（3）“我是×××××（发送该通告电台的呼号）” 1 次。

（4）“现在是北京时间××：××，×××××××（求救电台的呼号）解除求救” 3 次。

（5）QUM 1～3 次。

5.“解除求救”后的通信联络

“解除求救”不等于整个救灾通信的结束，只是“紧急情况得到缓解”，但受灾现场的救援工作仍在继续进行，受损的设施及社会秩序尚未完全恢复，所以这时救灾通信仍应保持，只是联络时不再冠以 SOS 或 MAYDAY 等遇险信号，按正常的联络程序进行联络。这时业余无线电爱好者的任务如下。

（1）协助救援机构对救援力量、受灾民众及救援物资的组织、调度。

（2）对水、电、气、通信、医疗等机构的抢救、恢复工作给予通信支持。

（3）收集周围灾民的需求、健康、情绪等情况，反映给救援机构。

（4）协助救援机构传播一切需要受灾民众了解的信息。

（5）协助做好有利于稳定社会秩序的工作，如协助寻找失散亲属、传递平安家信等。

（6）向外界和媒体通报灾区的情况，争取尽可能多的援助。

6.业余无线电应急救援通信网

抢险救灾时的业余无线电应急救援通信网（以下简称“应急救援通信网”）有两种：一是事先已经组织好、按照预定方案启动的专门“应急救援通信网”；二是突发事件发生时，临时组建的“应急救援通信网”。无论何种“应急救援通信网”均为“主从式”的纵式通信网。

专门的“应急救援通信网”：根据许多国家和地区的经验，应由全国性业余无线电社团和地方性业余无线电社团分别组成全国性和地方性的业余无线电应急救援通信网，平时通过演练保持网内成员间的联系和设备器材的机动能力，一经启动，主、从各台即到位。

临时组建的“应急救援通信网”：在未建有专门“应急救援通信网”的地方，为保证良好的通信秩序，避免多个台自由发信，造成信号重叠混乱、影响通信效率，应由灾害现场的呼救电台负责，组织临时“应急救援通信网”。一般情况下，此时的主控应由负责组织的电台担任，如组织者因某种原因不能担任主控，则应请身处救援指挥中心的电台担任，或指定一个能较好连通网络上大部分电台（尤其是呼救电台）和操作员具有控制网络秩序经验、技巧的电台担任主控。必要时，还应指定一个有经验的爱好者担任副控。

临时“应急救援通信网”组建时的呼叫、回答格式为：

SOS 或 MAYDAY 或“求救呼叫” 1～3 次

“我是或（THIS IS）”＋呼救台呼号 1～3 次

“现在组成应急救援通信网”，由我（或指定已应答的某台呼号）担任主控，现在请×××××回答（按所记已听到的应答电台逐个呼叫）

如系指定某台担任主控，被指定电台应立即按主控台的点名程序开始点名。

网络通信的基本规则在本章“网络通信”一节中已有叙述，只是在“应急救援通信网”中更应严格遵守，以确保网络有序和重要的救援信息不被干扰。鉴于“应急救援通信网”的特殊性，对网络中的“主”“从”各方，都提出了更高的要求。

（1）主控台。主控台是整个网络的总指挥，各台报到时应认真记录其呼号、所在位置和一切有关信息并列表备用，然后应随时根据网上各台的位置、求救项目、救援力量、可供资源等情况，协调、指挥相关电台的联络或转信。当听到有其他电台在网上作一般性通联或网内电台未经许可而相互呼叫时，主控台应予以制止，酌情让其保持守听或改频，保证整个网络的有序、畅通，以求受灾现场得到最有效的救援。在网络相对空闲时，主控台还应按列表进行“点名”，请网上的电台逐个报到，列表电台点名完毕，还应询问频率上有无新的电台报到，以便随时掌握整个网络的变化情况。

（2）副控台。副控台应协助主控台维护网络秩序，尤其对那些因传播条件等原因，主控台不能很好连通的电台，副控台则应根据主控台的需要，对这些电台进行协调、指挥，所以主控台要做到的一切，副控台同样也应做到。

网络中的一般电台（属台亦即从台），在“应急救援通信网”中，则更应严格遵守“只对主控台”“一切听从主控台指挥”的规则，即使听到有呼叫你的电台，也不应回答。如果未经主控台同意，擅自在网络内呼叫、回答或转信（QSP），势必扰乱网络秩序，影响救援工作的进行。如某台确有紧急事项要与网上的另一电台联络，也只能等正在联络的两个电台转换收、发方式的瞬间，用急速插入的方法，短暂地叫你的对象到另一个空闲频点去。此时呼号可只用后缀，频率在同一频段内，可只报尾数，如“4RC QSY 155”或“4RC 155”，对方回答也应简短，如“OK”“QSY”或“Let’s go”。当主控台按列表点名时，应静候其呼叫，不得在呼叫它台时抢先回答，如属自行报到，已经报到过的电台，也应再次报到，但呼号可只用后缀（回答列表点名时也可只用后缀）。在给出主控台信号报告后，如有可供调用的资源也应向主控台报告，以便主控台在网上进行动态调度。如属没有报到过的电台，则应用完整的呼号报到，并给出自己的精确位置。

“应急救援通信网”的点名与回答。

主控台列表点名的呼叫、回答格式为：

主控台：“CQ、CQ，这里是×××地区‘应急救援通信网’，我是主控台 BA3AAA。现在按列表点名，BA3BBB 请回答。”

BA3BBB：“我是 3BBB 你的信号 59，没有新情况，请回答。”

（因是主控台对 BA3BBB 的单一指向呼叫，在“应急救援通信网”中为节省时间，BA3BBB 回答时，可不叫主控台呼号和省略本台呼号的前缀）。

主控台：“3BBB，我是 3AAA 请继续守听，再见，（按列表叫下一个台）BA3CCC 请回答。”

BA3CCC：“我是 3CCC 你的信号 59，10 分钟后我要离开半小时，请回答。”

主控台：“3CCC 我是 3AAA 可以离开，再见。”（呼叫列表中的下一个台，直至列表完。）

主控台：“CQ、CQ，这里是×××地区‘应急救援通信网’，我是主控台 BA3AAA，是否还有电台报到。”

BA3RRR：“BA3AAA 我是 BA3RRR 你的信号 59，我在×××××（本台所在的位置，如有可供救援的资源，再报告资源情况），请回答。”

主控台：“BA3RRR 我是 BA3AAA 你的信号 59，明白，请守听，再见，我是×××地区”应急救援通信网“主控台 BA3AAA，是否还有电台报到。”

主控台不按列表点名，请各台自行报的呼叫、回答格式：

主控台："CQ、CQ，这里是×××地区'应急救援通信网'，我是主控台 BA3AAA。现在点名，网上各台请报到。"

属台：回答的方式同列表点名属台的回答格式。

7.应急通信频率

业余无线电应急通信频率请见附录 17，但只要是"求救呼叫"或发送"求救报告"，为了尽快得到回应，可插入到任何有较多业余电台正在通联的频点中去，联通后再根据干扰、传播等情况决定是否改频（QSY）到受到保护的"应急通信频率"上去。

8.应急救援通信中应注意的事项

（1）应急救援通信时，每次呼叫完整、清楚地报出自己的电台呼号特别重要。当双方建立联络后，为节省时间，可以使用呼号的"区号加后缀"或者"后缀"代替完整呼号进行联络。由于救灾时的指挥命令对人员、物资等调度有严格的指向性，所以严禁不加任何呼叫，而进行你一句我一句的"对讲式"联络，同时更应严格坚持至少每 10 分钟报一次完整呼号的规定，以使所有（尤其是新的）收听电台能正确判别正在联络电台的位置、身份及所发内容针对何台。

（2）用普通话联络时，在通信内容中涉及 1～0 的数字时，可分别用：**幺、两、三、四、五、六、拐、八、勾、洞**，来解释或直接报读。例如"17"用"幺拐"解释或报读，"279"在必要时，也可直接读作"两拐勾"而不说"二百七十九"等。

（3）在业余电台之间联络时，凡涉及呼号或其他带有字母的信息时，应严格使用国际标准解释法。但也应注意，在进行应急救险通信时，其他业务电台也可能进入业余频段。这些电台可能不熟悉英文字母的国际标准解释法，在与他们联络时，应选择语言简单、容易理解和互相不易混淆的词汇进行解释。在对通信内容中其他关键词进行解释时，亦应注意不使用与救灾当时相关的地名、人名、物资、设施等一切事物相似的词汇作为解释用语。

（4）联络中对方所发的一切信息都应逐一给予是否正确抄收的回复。一般应在呼叫完后，根据抄收情况用"完全抄收（或抄收、Roger）""部分抄收""没有抄收（或无法抄收、No copy）"表示。如有未正确抄收的部分，应请对方重复，或将抄收无把握的信息主动发给对方核对。对于重要的数据即使已完全抄收，也应复诵一遍，请对方确认。

（5）在"应急救援通信网"中，由于要求网络中各台严格遵守"没有主控台的许可，不得随意呼叫、联络"的规定，因此，主控台应充分意识到本身的责任，必须随时密切注意网络中各台轻、重、缓、急的情况变化，进行动态指挥和调度，只有心中有数，才能指挥若定。

（6）在网络点名时，如果主控台没有回答你的报到，则应耐心等待，在主控台发出再次"请报到"的指令时，再作报到，严禁强行抢答，造成网络的混乱。

（7）在求救通信中，如第一现场的供电系统已遭破坏，呼救电台在未得到可以补充的电源前，应注意合理发信，以节约能源。

业余无线电为救灾服务是业余业务在 ITU 获得业余频段保护的主要理由之一，也是业余无线电直接服务于社会的一项主要贡献。历史上的意大利救火、1984 年墨西哥城大地震以及近年来在美国的龙卷风和"9・11"事件、日本阪神及中国台湾、汶川地震等，业余无线电爱好者都有过积极的贡献。世界上不少国家和地区都成立有"ARES（业余无线电应急服务）"组织，中国无线电协会业余无线电分会 CRAC 也在积极筹划，建立全国性的"业余无线电应急服务系统"（ARES）。各地的 HAM 也应积极行动，主动和当地的无线电管理部门及其他与救灾有关的医疗、消防、地震、街道等机构建立联系，了解政府建立的重大突发事件快速应急机制，争取得到政府有关部门的指导，构筑地方性业余无线电应急通信网络。

业余无线电应急通信网需要定期进行演练，建立明确分工，各成员应按要求保持通信设

备的良好状态，不断积累如何利用最少的电台沟通本地各主要地区之间联络以及野外作业的经验，还应备份部分应急电源、简易天线及一些工具、仪表等，真正做到“招之即来，来之能通”。

# 第 3 章 收发报技术的自我训练

电报通信在业余无线电活动中占有重要的地位。在纷乱复杂的电磁干扰环境中，微弱的 CW 信号清晰可辨；数瓦甚至更小功率的 QRP 却能把 CW 信号传遍全世界。在通信手段高度发展的现代社会，电报通信在各类官方和商务等领域，也不再是主要的通信手段已逐渐退出历史舞台，但其魅力丝毫不减。电报操作更是 HAM 充分展示个人技巧和风格的平台，为此，世界上有很多为 CW 而设的奖状和比赛。虽然计算机技术使键盘发报和程序发报不再是难事，自动解码也有了可能，但仍然有许多爱好者由于兴趣所致，通过自我训练熟练掌握了人工收、发报技术，并乐此不疲。

## 3.1 正确地记忆电码符号

在第 2 章的“业余无线电通信的语言”中，我们已经知道了电报通信的语言就是电码符号，而且这些电码符号是由两种基本单元“点”和“划”构成的。如果能将代表每个字符的电码符号都背得滚瓜烂熟，使电码和字符在大脑里建立起条件反射式的联系，即一听到电码信号马上能写出它所代表的字符，或是一看到某个字符马上就能正确地读出其电码符号，那就说明你已经具备掌握收、发报技术的基础了。

### 3.1.1 准确把握“点”“划”比例和“间隔”

不论收、发报速度有多快，构成电码符号的点划以及点、划之间，字符之间，单词之间的间隔必须保持一定的比例关系。否则，就会像说话发音含混不清那样，发出的电报使别人无法抄收。

电码符号的基本时间单位是以“点”信号的持续时间为基准的。

一个“划”信号等于 3 个没有间隔的“点”信号的时间长度。

点与点、划与划以及点划之间的间隔等于一个点信号的时间长度。

字符之间的间隔称为“小间隔”，等于 3 个无间隔点信号的时间长度。

单词、词组之间的间隔称为“大间隔”，等于 5 个无间隔点信号的时间长度。

点、划间隔的持续时间比例如图 3-1 所示（图中粗线表示电码符号，其中电码符号为 NW UE 两个词组共 4 个字母；标尺线段表示和电码符号对应的时间单位）：



图 3-1 点、划间隔的持续时间比例

由于实际发报时“点”信号的持续时间不随拍发速度快慢而随意变化，慢速度发的“点”和快速度发的“点”其时间长度相差不大且持续时间很短。在这种情况下，如果“划”还是按上述比例发的话，将会使人感到点划长度差不多而且点划连接是脱节的，同时点与点、点与划之间的间隙以及字符之间的间隔也总是大大长于前面所说的标准。为了便于学习，我们可以把点与划的比例按照“一个划相当于发 3 个点的时间”来记忆，即一个划的持续时间实际包括了 3 个点信号以及点与点之间的两个间隔时间。当你读或拍发的速度比较慢时，划的持续时间便长，它与点的比例也大；随着速度的加快，点与点之间的间隔变小，划的持续时间也随之变小，它与点的比例也变小。这是一种非常实用的比例关系。自动电键的点、划比例可以是固定不变的，但当我们用这种电键以很慢的速度拍发时，听起来就很不舒服。所以，许多自动电键的点、划比例设计，根据这种实际情况给了使用者自己调节点、划比例的余地。

要正确地把握好点、划、间隔的比例，关键是要在一开始记忆电码符号时就要读得正确。“点”要读得干脆、有力，决无拖音：“Di・”；“划”要读得平稳，保持一致的时间长度：

“Da—”，“Da—”。

从未接触过电码符号的爱好者在开始学习时,最好能有一盘平均分速约十来个字的低速度标准的电报录音带或是跟着 CW 练习程序，边听边读，以便能建立一个正确的“信号概念”。

### 3.1.2 怎样记忆电码符号

对于所有初学者来说，电码符号都是一种需要从零开始学、记的东西。但它总共只有约 40 个不同的字符，就像有 40 个人名要你记住那样，对于常人来说，这并非难事。

要想很快地记住电码符号，最好是制订一个小小的计划，先记英文字母，然后再记数字和其他符号，每天背出五六个电码符号，在最初接触的 10 多天里保持每天两三次、每次 10 分钟或更长一些时间的“强化记忆”。

帮助记忆的方法有这样一些。

看着字符或电报的底稿（报底）由教员或录音带领读、自读。边读边记这些字符的形象，手指还可以随着读音画字符，集中注意力，以尽快建立起大脑中声音（电码符号）和形象（字符）之间直接的“条件反射”。这里强调的是“直接”反应，因为在实际收、发报过程中只有直接反应的时间。如果一定要经过先反应出来听到的是几个点、几个划以及它们是如何配合的，再默念着这种点划的配合，“想”出其所代表的字符，显然这样花费的时间就太长了，所以我们在背记电码符号时，一开始就要用“· —”是“A”，而绝不能用“一点一划”是“A”的方法来记。

两人互相问答。一个人读，另一个人用笔写出来，或一个人给出一个字符，另一个人读出其电码符号。这是一种比较好的记忆方法，它可以帮助我们很快地进入练习的下一个阶段——收报练习。

还可以自制一些卡片，一面是字符，另一面是电码符号。随时抽出一张来，看到字符就读出（或默读）其电码，看到电码就读（或默读）电码并写出其字符来。

不论使用以上何种方法，都应注意争取建立音、形的直接联系。

在记忆电码符号时，可根据电码符号一些有规律的排列分批记忆。表 3-1、表 3-2 和表 3-3 中，电码符号的排列都比较对称，有一定的规律，对较快地记熟电码符号有一定帮助。

表 3-1 字母电码符号对称表（一）

| 字母 | 电码符号 | 字母 | 电码符号 | 字母 | 电码符号 | 字母 | 电码符号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E | • | T | — | A | • — | N | — • |
| I | •• | M | — — | U | •• — | D | — •• |
| S | ••• | O | — — — | V | ••• — | B | — ••• |
| H | •••• | L | • — •• | R | • — • | | |
| | | F | •• — • | K | — • — | J | • — — — |
| P | • — — • | W | • — — | Q | — — • — | C | — • — • |
| X | — •• — | G | — — • | Y | — • — — | Z | — — •• |

说明：此表可按纵向排列分组记忆。

表 3-2 字母电码符号对称表（二）

| 字母 | 电码符号 | 字母 | 电码符号 | 字母 | 电码符号 | 字母 | 电码符号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | •— | N | —• | K | —•— | R | •—• |
| B | —••• | V | •••— | O | ——— | S | ••• |
| D | —•• | U | ••— | P | •——• | X | —••— |
| E | • | T | — | Q | ——•— | F | ••—• |
| G | ——• | W | •—— | Y | —•—— | L | •—•• |
| I | •• | M | —— | J | •——— | | |
| H | •••• | | | Z | ——•• | | |
| C | —•—• | | | | | | |

说明：此表可按横向排列分组记忆。

表 3-3 混合电码符号对称表

| 字母 | 电码符号 | 字母 | 电码符号 | 字母 | 电码符号 | 字母 | 电码符号 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E | • | T | — | A | •— | N | —• |
| I | •• | M | —— | U | ••— | D | —•• |
| S | ••• | O | ——— | V | •••— | B | —••• |
| H | •••• | | | 4 | ••••— | 6 | —•••• |
| 5 | ••••• | Ø | ————— | | | | |
| W | •—— | G | ——• | R | •—• | K | —•— |
| J | •——— | | | P | •——• | X | —••— |
| 1 | •———— | 9 | ————• | L | •—•• | F | ••—• |
| 2 | ••——— | 8 | ———•• | Y | —•—— | Q | ——•— |
| 3 | •••—— | 7 | ——••• | C | —•—• | Z | ——•• |

说明：此表字符在纵横方向上的组合都有一定的规律。

## 3.2 收报训练

在无线电通信中，把收听到的电码符号还原成字符并在纸上记录下来的过程称为收报。

收报是整个 CW 通信技术中的重要一环。正确的收报方法和较快的收报速度不仅是高水平机上 CW 通信联络的基础，对发报技术的提高也有着重要影响。

### 3.2.1 收报的基本知识

1.抄报姿势

坐的姿势。上体自然端正微向前倾，两小臂自然弯曲，轻轻靠在桌面上。右手握笔，左手食指和拇指轻轻捏住纸的左上角，以便操纵纸的移动。在抄报时，身体重心稍向左倾，使右臂活动灵活。抄收时头部不要太低，以免损害视力。

握笔姿势。用右手的拇指和食指捏住铅笔，中指自然弯曲成弧形将铅笔轻轻放在第一关节上。3 指位于铅笔的同一高度，距笔尖距离约 3cm。无名指和小指自然弯向手心。笔身靠在食指第 3 关节后部，注意不要把笔靠着虎口。手掌的右侧轻贴着纸面。握笔不可过紧，用力不能太重，要保持手腕能灵活运动。

图 3-2 为正确的收报握笔姿势。



图 3-2 收报握笔姿势

2.书写要领

书写时握住笔身的 3 个手指要随着字形的变化做自然的伸缩运动。手腕应协调地配合手指活动，以指力为主。

书写格式应自左向右，右手以肘关节为轴心逐渐向右移动，抄至行末右手仍以肘关节为轴心迅速左移至下一行首。

3.抄报的字体

在业余通信中实际抄收的内容都是字母和数字混合的“混合码”，且速度不是很快。所以，爱好者都喜欢用英文大写印刷体书写。在练习时要养成好的习惯，书写清楚正规。数字“0”中间要加一斜杠写成“Ø”，以便能和字母“O”区别。抄收混合码时数字要写得比字母高半个字，这样能使一些外形上容易混淆的字符，如数字“1”和字母“I”等更好地区分开来。

**3.2.2 收报的自我训练**

请当地无线电运动协会或俱乐部电台帮助，录制几份不同速度的抄报练习录音，你就可以自己安排训练了。

1.速度的掌握

录制的电报速度可从每分钟 10 个左右字符开始，然后每份录音提高 5～10 个字符。在每分钟 40 个字符以内的速度上，可以用 5 个字母一组的报文练习。在更高一些的速度上可以练习抄收呼号以及实用的通信短句。

练习要从慢到快逐步提高抄收速度，在背熟了电码符号后就可以开始收报练习。要有耐心从最低速度起步。要集中注意力听抄，没听清或想不出来的就果断地放弃并立即注意下一个电码。要保证抄收正确，切记不可胡乱抄收。在抄收了一些报文后要及时校对，以便能及时发现问题。当能够多次连续抄收 5 分钟以上而保持全部正确时，可以抄收下一个快一点的速度。有些性急的爱好者喜欢“尽力而为”，能听清多快就抄多快，结果是每个速度都能抄，每个速度都没有把握，难以通过正式考核，这是应该避免的。一旦出现这种情况，只有把速度降下来，老老实实打好基础。

要掌握好每次练习的速度安排。在每次练习中，要先抄一段已经完全有把握（能保证百分之百正确）的低速度报文，然后把主要精力和时间放在抄收基本有把握（例如连续抄收 30～50 组，错或漏不超过 10 个字符）的中等速度报文上。在抄得比较顺利的情况下，可以试抄一段更快的报文，但要注意，在这个速度上一定不要恋战。在结束练习前按自己的中等速度再抄一段，用良好的质量来结束自己的训练，这就是曾在过去的快速收发报训练中被证明是行之有效的“低—平—高—平”训练方法。

2.“压码”抄收

必须学会“压码”稳抄的方法，这是一种流水式的听抄方法。最基本的练习方法是：当听

到发出的第一个电码符号时只记不写；发第二个电码符号时耳朵继续听、脑子继续记，而手只是稳稳地写下第 1 个字符；发第三个电码时则写第 2 个记住第 3 个……这样，始终有一个以上的电码符号记在脑子里，写的与听到的始终保持一个差距。这种方法使书写可以充分利用发电码所占用的时间而不必抢在两个电码符号短暂的间隙里“抽筋”式地抄写，还能对书写电码符号长短不一的字符起调整缓冲作用。比如报文中出现“EJ”两个字母时，E 信号只有一个点，J 却较长，如果不是压码抄收，抢着写 E 就显得吃力。用压码的方法，就可把两个电码的时间平均起来使用。在刚接触收报时可能用不上压码的方法，因为很低速度的信号使你有充足的时间用于书写，但如果开始抄收呼号和短句时还不会压码，那你将会感到抄收很吃力。在实际工作中，许多训练有素的报务员可以“压”住多达一组以上电码。

### 3.2.3 巧用 CW 学习软件

国外爱好者编写了多款莫尔斯电码学习软件，有的还被进行了汉化改造。这些软件可以随机播放速度可控的标准莫尔斯电码音频信号甚至营造出了逼真的电台通信场景，为爱好者自学 CW 技术提供了新途径。当然，无论通过什么方法，要掌握收发报技术不可或缺的一步就是“听抄”，一定要拿起笔和纸边听边抄（当然也可以用键盘听抄），并且及时校对抄下来的内容，这样才能建立起电码符号和字符间的条件反射，为日后实际操作打下基础。CW 学习软件播放的报文是随机的，且不易保存，抄写后校对比较难，这会对初学者的学习效果造成一定影响。

常用的学习软件有以下几种，软件可以从相关业余无线电网站上下载。

1.随身听神器——Morse Trainer

这款软件已经有了汉化安卓版 APK，可以轻松安装在智能手机上。运行软件，选定速度，设置播放模式（模拟的业余电台呼号模式或 5 字符一组的练习模式），就可以进行播放了。在播放同时，屏幕上显示播放的字符，非常方便，但不能只听不动手，否则的话是可能会变成“催眠神曲”的。

2.PC 机上的教练——Morse Koch

这款软件也有汉化版，在 PC 机上运行。它有许多可事先设定的选择项，比如播放内容中限定哪几个字母，起步速度等。播放时，需要你把抄收结果输入电脑，软件会进行校对判读，如果正确率达到一定标准，便会自动升级，增加字母或提高速度等，计算机扮演了你的业余教练。

3.自我挑战篇——Morse Runner

这是一款由加拿大爱好者 VE3NEA 编写的软件。在你准备上机实战前，最好用这款软件来检验一下自己的能力。

Morse Runner 的界面很简洁，功能却十分强大。可以设置的难度包括：速度，同时呼叫的电台数量（pile up，堆积呼叫），干扰（QRM 和 QRN）、信号衰落（QSB）及颤动（flutter）的程度，播放持续时间等。开始运行后，你仿佛置身于短波电台前，频率上传来一阵阵 CQ 比赛呼叫信号。输入窗口模仿了流行的比赛日志界面，你需要立即把抄上的呼号、信号报告和比赛序列号（这方面知识请参阅本书第 4 章）输进去。如果一切正确，这个“电台”会和你说“谢谢”、“再见”，软件为你加分；如果回答有误，这个“电台”会继续叫你纠错，如果你“拒不改正”，软件记录在案。十分有趣的是，你正确率越高，呼叫信号就会出现得越多，速度也会加快；如果你错误百出，或是回答迟疑，呼叫信号就会越来越少，纷纷“下线”不理会你了。像通常的游戏软件一样，你的最高纪录会被记录下来，甚至可以和国际高手 PK 一番。

这款软件营造了十分逼真的短波 CW 竞赛氛围，深得广大 CW 爱好者好评。不断战胜自我，创造新的纪录——Morse Runner 对所有 CW 爱好者都极具挑战性，无论你是初学者还是 CW 高手。

以上软件均可从有关业余无线电的网站寻找到或得到更多的使用帮助。

4.从零起步到挑战极限的 CW 学习网站——LCWO

有个在线练习莫尔斯电码的网站，无论从零起步还是想检验一下自己的技术状态，或是尝试挑战他人创造的最高纪录，这个网站都能帮助你实现。

“LCWO”，全称是“Learn CW on line”即“在线学习 CW”。这个网站由德国爱好者 Fabian Kurz（DJ1YFK）于 2008 年创建，完全免费地提供给全世界 CW 爱好者使用。和其他网站不同的是，LCWO 提供了包括简体中文在内的 30 多种不同文字选择，也不需要安装其他软件，确实体现了网站创建者的美好初衷：使学习和练习 CW 尽可能地容易再容易!

如何开始?

打开网站（见图 3-3），选择“简体中文”，创建用户名和密码，正式登录网站。下一步，就可以从登录后的界面左侧主菜单栏里选择你需要的项目了。如果不登录，便只能浏览英文界面，也不能在论坛上发表意见（论坛目前只能使用英语）。

登录后的页面如图 3-4 所示。中文介绍简单明了，为初学者在这里循序渐进地学会抄收莫尔斯电码建造了宽松的环境。从“介绍”开始，你就可以从 K 和 M 两个字母开始，体会莫尔斯电码最基本的元素“点”信号和“划”信号的不同了。




图 3-3 LCWO 首页




图 3-4 登录后的页面

主页面左侧主菜单分 3 个栏目：（1）KOCH 教程，内容是从零开始学 CW，共有 40 课时；（2）速度训练，可以根据本人需要，进行抄收数码（长码）、字母（字码）、混合码、业余电台呼号等项目练习，冲击自己的最高纪录；（3）杂项，其中非常有用的是可以生成和下载音频电报 mp3 文件以及将自编报文转成电码等功能。主菜单下方的“账户栏”中第 1 项“修改电码设置”是修改字符速度、音调等参数的入口，修改后的参数影响全局。左侧最后一栏“有谁在线上？”列出了当前登录在线的名单，希望今后能经常看到中国爱好者活跃其上。

对 CW 初学者来说，应该从第一项功能“KOCH 教程”开始（图 3-5）。从第 1 课开始，学习的字符逐步增加。点击“练习文本”栏内的“播放”，把抄收的内容填写在左侧方框内，结束后可点击“检查结果”进行校对。

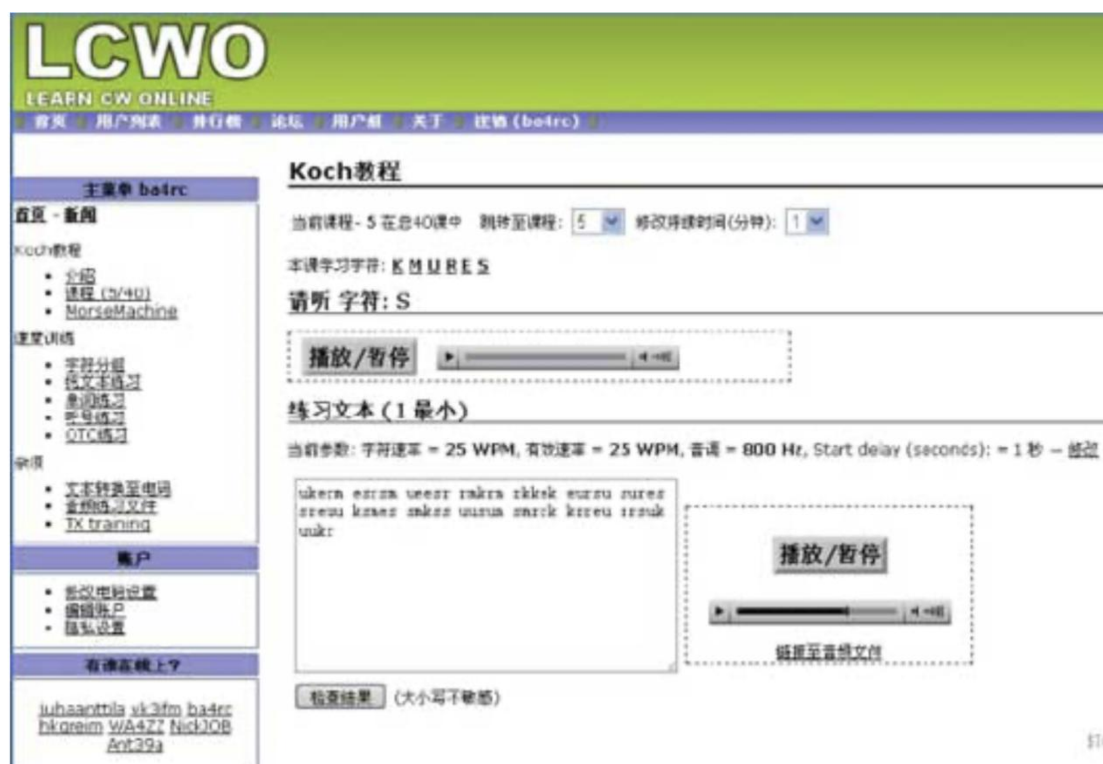


图 3-5 Koch 教程页面

对于已经具备一定 CW 基础的爱好者来说，更感兴趣的可能是第 2 项功能——速度训练。

开始速度训练前，先进入页面左侧主菜单“账户”中的“修改电码设置”栏，在修改模式中选择数码（长码）、字母（字码）或混合（混合码）等自己需要的项目；修改练习的持续时间：即每篇练习报文的持续时间（分钟）；修改选择速度、分组长度（每组字符数）、报文前后缀（开始及结束符号）等参数。

关于 CW 的速度，我们常用的是实际速度，是指每分钟平均有多少个字符，而国际上常用的是 WPM 速度。WPM 是指每分钟发多少个“PARIS”这个词，和实际字符速度有很大区别。由于每个数码的点划都比较多，而字母的点划有多有少，以同样的 PARIS 速度来听数码报文和字母报文的感觉是很不一样的。表 3-4 是笔者通过试验得到的 WPM 速度和实际速度对应关系，仅供参考，究竟选择多少 PARIS 速度来练习，需要自己多试几次。在设置过程中还会遇到“字符速率”和“有效速率”两个不同的概念，一般应把这两个速率赋予相同值。当字符速率高而有效速率低时，字符和词之间的间隔时间就会人为加长。

表 3-4 部分 WPM 速度和实际字符速度对照表

| WPM 速度 | 实际字符速度（数码） | WPM 速度 | 实际字符速度（数码） |
|---|---|---|---|
| 29 | 80 | 13 | 50 |
| 32 | 90 | 15 | 60 |
| 36 | 100 | 17 | 70 |
| 39 | 110 | 19 | 80 |
| 42 | 120 | 22 | 90 |
| 46 | 130 | 25 | 100 |
| 50 | 140 | 27 | 110 |
| 53 | 150 | 29 | 120 |
| 55 | 160 | 31 | 130 |
| 60 | 170 | 34 | 140 |

“速度训练”提供 5 种练习模式。

（1）字符分组练习。笔者根据自己的习惯设置了每组 5 个字符，不含标点符号，开始后在页面中间的方框中抄收了如图 3-6 所示的报文。

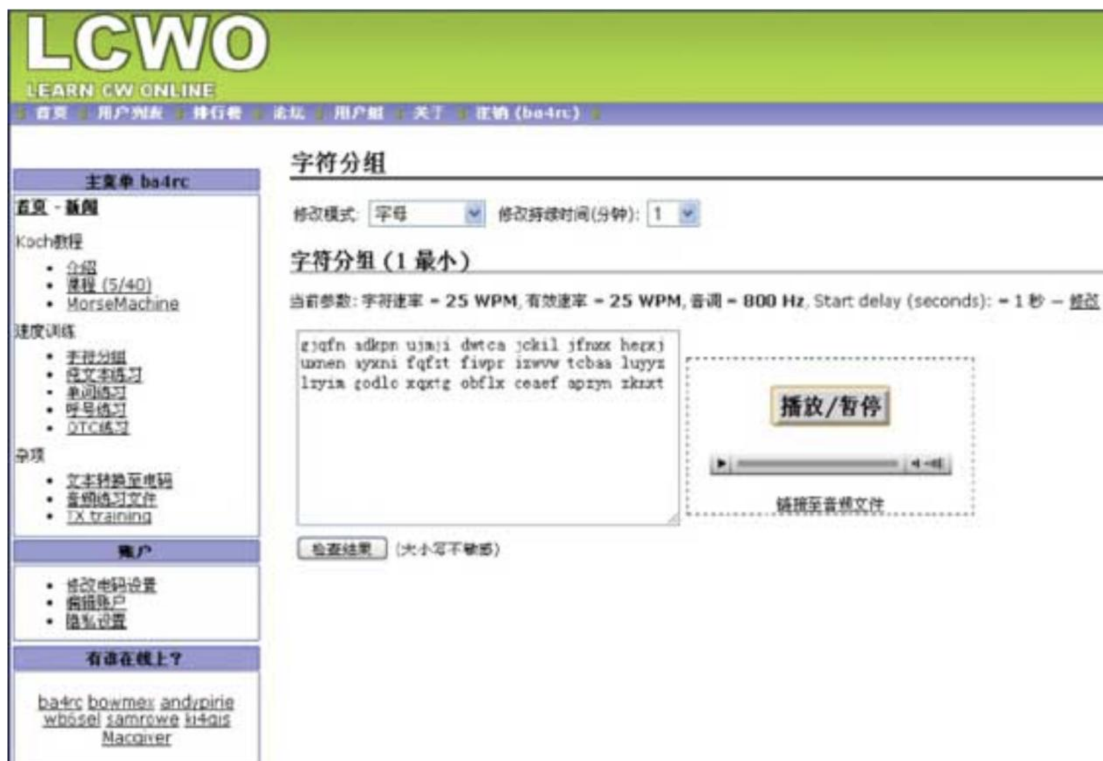



图 3-6 字符分组练习

抄收完毕后“检查结果”得到如图 3-7 所示的评判。

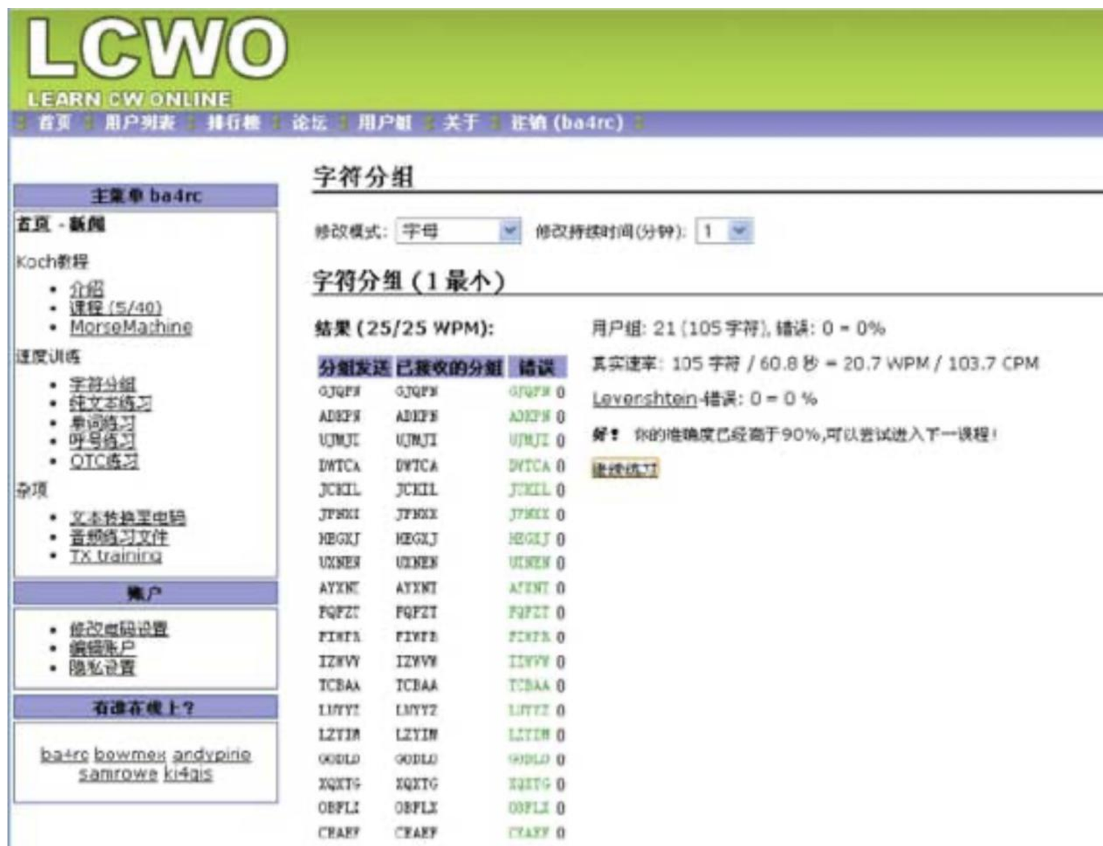



图 3-7 字符分组练习结果评判

（2）纯文本练习，如图 3-8 和图 3-9 所示。

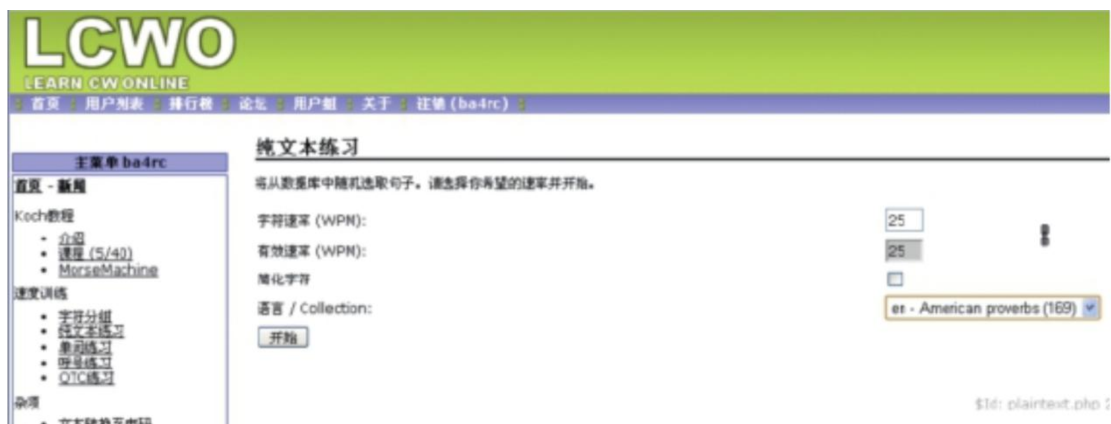



图 3-8 纯文本练习开始前

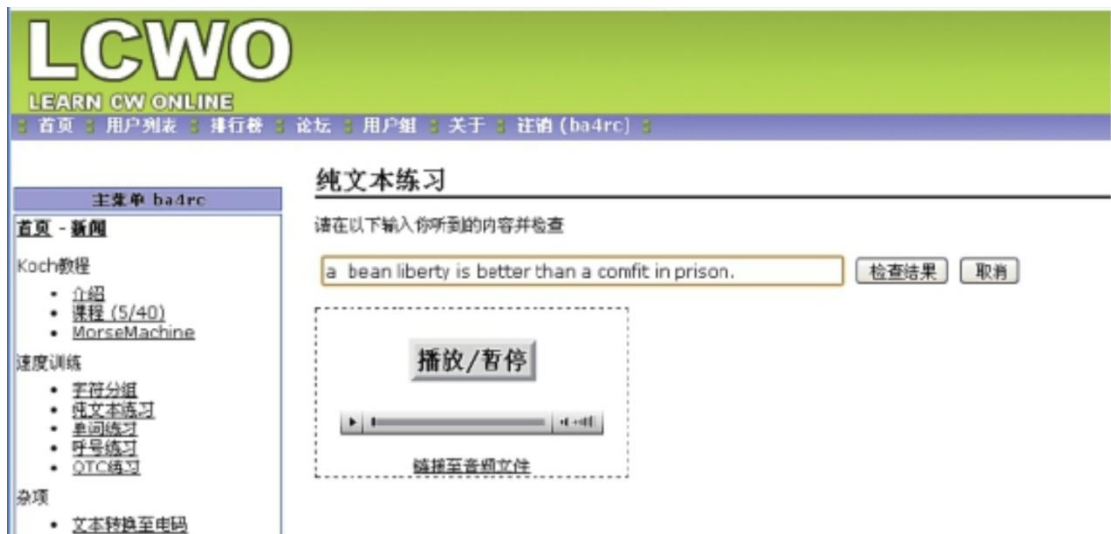



图 3-9 纯文本练习一次抄收结束

纯文本练习开始前可以在页面中间下方“语言/Collection”行的下拉对话框中选择文本的语言种类及其文本库，例如选择英语即可。开始播放后，程序从文本库中随机选择一句播放其 CW 报文，练习者根据提示在长条空格中输入抄收内容。抄收结束后通过“检查结果”可看到校对结果。

（3）单词练习，如图 3-10 所示。




图 3-10 单词练习

选择速度等难度条件，点击 OK 后开始听抄，抄完一个单词后回车确认，程序立即提供对比，红色表示抄收有误。共发 25 个单词，结束后提示得分、本次练习及本人最好排行榜位置。笔者曾从事“快速收发报”训练，习惯了每组相同字符数的规范报文，而单词练习中一组最长字符数可以多至十几二十个，听抄起来真是有点不适应，错误多多。控制页面右下方的播放条，暂停、拖回来重复播放都可以，当然这时的“得分”便没有意义了。

（4）呼号练习，见图 3-11。点击 OK 后开始，抄收一个呼号后回车确认。一次播放 20 个呼号，结束后可以校对，显示得分、本次及本人最好成绩的排行榜。



图 3-11 呼号练习

（5）QTC 练习。在通信用 Q 简语中，QTC 表示“有若干份电报发给你”。这是一种模仿业余电台竞赛联络的练习方式，并且还是国际快速收发报竞赛项目之一。QTC 练习界面如图 3-12 所示。点击“开始”后，程序先发“QRV？”提示是否准备完毕并发一个编号后开始发 QTC 内容。每个 QTC 包含时间（4 位数字）、呼号、串号（2～3 位数字）3 项，抄收时空格键控制换项、回车确认，程序会发一个“R”表示收到确认信息，开始发下一个 QTC 内容。10 组 QTC 结束后选“核对”，显示对错、得分并将记录入库。

图 3-12 QTC 练习

在主页左侧功能选项里，“杂项”中的“音频文件的建立与下载”是一个十分有用的项目，通过它，可以获得各种 CW 报文的音频文件及其报文内容的文本文件，以供离线练习之用。

选择“音频文件的建立与下载”项，进入如图 3-13 所示界面。在“修改模式”的下拉式菜单中选择所需报文类型，比如字母（纯英文字母报文），在“修改持续时间”中选择报文长度（持续时间），选择适当的速度及需要的文件数量。“提交”之后进入如图 3-14 所示界面。

音频练习文件

这里，你可以产生并下载音频格式的电码练习文件。这可以被用于MP3播放器等LCWO不可及的地
续时间和内容。

修改模式: 字母
课程: 20
语言（单词练习）: cw - 电码缩写 / cw - 电码缩写 (Q codes) / de - Deutsch (Allgemein) / de - Deutsch (Amateurfunkbegriffe) / en - English
Hold down Shift while clicking to select multiple entries.
简化字符:
最大长度(字母): 5
修改持续时间(分钟): 1
字符速率 (WPM): 40
有效速率 (WPM): 40
音调 (Hz): 800
文件数量: 5
提交

图 3-13 音频练习文件的设置

字符速率 (WPM): 40
有效速率 (WPM): 40
音调 (Hz): 800
文件数量: 2
提交

下载

友情提示:手工一个个地下载多累啊，找个下载管理器用用吧。 点击这里，查看简明课程

| 音频文件 | 文本文件 |
|---|---|
| lcwo-001.mp3 | lcwo-001.txt |
| lcwo-002.mp3 | lcwo-002.txt |

Download all files at once. (Warning: This may not work if you are using a p
sites.)

图 3-14 音频文件下载页面

图 3-14 所示是文件数量选择 2 的结果。分别点击音频文件和文本文件下的 2 个 mp3 和 2 个 txt 文件，便可下载这 4 个文件。每次“提交”就可以得到不同内容的文件。这些生成的文件名是一样的，为避免相互覆盖，需要按照自己的习惯和文件内容特点修改文件名后再下载保存。

LCWO 有着数以万计的用户，这个每天都在不断刷新的数字证明着 CW 练习的无穷魅力。跟随流畅的 CW 乐曲，不断超越自我巅峰，甚至挑战排行榜上的最高纪录，进步无限，其乐融融。

### 3.2.4 适时进行机上抄收

当能够稳稳地抄上平均分速 50～60 个字符的混合电报时，你就可以从收信机里抄收实际工作的信号了。当然，不要到此为止，应该继续向更快一点的速度努力，如果你的抄收能力超过 100 小码每分钟，机上工作将会十分轻松。

电台里收到的信号和线路录音制作的练习有较大区别：信号大小不等，有各种干扰，速度快慢不一，有些报发得质量不高，大小间隔不均匀等。但这些信号也有着容易的一方面。如报文内容有规律，可以不必每字必抄，主要内容一般都重复发两遍以上等。在上机前，应该先熟悉一下 CW 通报的程序以及常用的缩语、简语。当听到一个电台的信号后，要运用压码的技巧“整组整组”地听，判断一下是呼号还是短句。如果是呼号，结合呼号的组成特点来听抄；如果是短句，则可以抓住一些“关键词”，比如“RST”“599”“QTH”“CU AGN”等，迅速对整句的意思作出判断，对必须逐字抄上的部分（如信号报告、姓名、地址等）集中精力抄好。当遇到有其他电台干扰时，应利用不同信号之间音调的不同来判断，这是考验自己控制注意力的能力的好机会。一个有经验的报务员可以做到在三四个或更多的不同电报信号中随时任意抄收其中之一，这靠的是能很好地控制自己的注意力，对不同信号有良好的分辨能力，能抄收更高速度电报的“速度备份”和良好的压码技术。如果你希望有朝一日在 CW 竞赛中取得好成绩，那就抓紧时间多加练习吧！

## 3.3 发报练习

在业余通信中，爱好者用多种多样的方法发报。主要的有用手键发报、电子电键（自动键）发报及键盘控制发报。本书主要介绍手键和电子电键发报。

发报练习必须在有了一定的收报基础后才能开始。因为只有当你对电码符号的点划间隔比例有了正确而且深刻的印象后，才能准确地控制发报。开始发报练习的时机最好在能够有把握地抄收分速 60 字符左右之后。

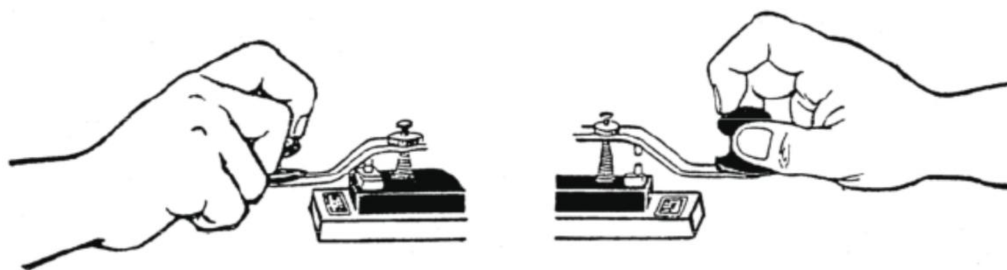
业余通信对发报的要求一般不很高，只要发得清楚正规就行，而且在实际工作中持续发报的时间一般也不长。但如果想用 CW 取得好的比赛成绩或达到较高水平，则一定要按正规的用力要领踏踏实实地打好基础。

### 3.3.1 手键发报

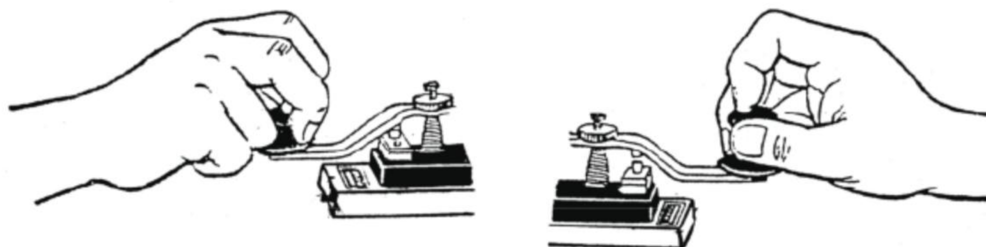
1.发报的姿势

坐的姿势。上体自然端正，两脚自然平放着地，身体离桌沿大约 15cm，右手握着电键，左手指着报底的行数，两眼看着报底。拍发时只有右手的手腕和手指活动，手臂及身体的其他各部分不能乱动。

握键姿势。如果电键是球形键钮，一般采用“跪式”姿势，即右手拇指自然微曲扶住键钮内侧腰部，中指弯曲、用第一关节跪于键钮外侧底盘上，食指成弧形并用指端放在键钮顶部前沿。用 3 指的合力握住键钮，无名指和小指自然弯曲［如图 3-15（a）所示］。如果使用的是平键钮，则应以食指、中指并拢后弯成弧形放在键钮的平顶上，拇指自然靠在键钮左侧。



（a）跪式握键姿势左视图和右视图



（b）立式握键姿势左视图和右视图

图 3-15 握键姿势图

还有一种使用球形键钮但握键姿势介于上述两者之间的“立式”姿势，即中指弯曲，指端与键盘接触“站立”其上，其他部位姿势同“跪式”，如图 3-15（b）所示。

拍发时电键和右手小臂成一直线，肘关节约成 90°，上臂保持自然下垂，肘关节与上体保持约 10cm 的距离。

2.发报的用力

正确地掌握发报用力是保证练好手法的关键。实践证明，掌握了正确的发报用力要领，就能练得好、发得快；用力不正确，发不快也发不长。发报的力量主要是手腕和手指的力量，通常称为腕力和指力。

腕力是指手腕在 3 条水平线的范围内微微上抬和迅速垂直向下的力量。以使用较多的圆形键钮为例，这 3 条水平线是：静止时手腕与键钮底盘成一线，称为水平线；当拍发点或划之前，手腕要微向上抬而高于这条水平线，这个位置称上水平线；当拍发点或划的时候，手腕要由上水平线垂直向下打，使电键接点闭合，这时手腕低于水平线，其位置称为下水平线（见图 3-16）。在低速练习时，电键的接点间距较大，弹簧也总是调整得较硬。这时手腕上下运动幅度大，上下水平线位置也相差较大。随着拍发速度的提高，电键逐渐调低调软，手腕的运动幅度也会逐渐减小，上下水平线的界线也就越来越不明显。




腕部活动的三个位置

图 3-16 发报时手腕的运动

指力是指在发报过程中，手腕运动的力量和小臂肌肉收缩的力量通过手指的传导作用而控制电键触点启闭过程中手指支撑和反弹动作的力量。这种指力在低速拍发时全部或主要来自手腕运动，在快速拍发时则主要来自小臂肌肉的收缩。应该注意，指力绝非指用手指去“按”出点和划来，也不是用手指去使劲“捏”键钮。指力在静止时仅体现在保持手形，在拍发时则体现于力量的传导和支撑、反弹。

腕力和指力是相互协调配合的，并没有单纯的腕力和指力。在拍发速度较低的阶段，手腕的运动幅度比较大，腕力用得多一些，这对于打好发报基础是非常重要的；随着拍发速度的提高，手腕的动作越来越不明显了，而手指力量则逐渐加大，因而指力成了主要的力量，但腕力和指力仍然是相互协调配合的。

3.点、划的拍发

在了解了发报的用力之后，就可以开始练习了。一般应从发单点开始，以单点、多点、单划、多划、点划连接的顺序逐步加大练习难度。

单点的拍发：按照正确握键姿势，将手腕微向上抬到上水平线后立即打至下水平线，此时弹簧受力压缩，接点瞬间被接上。同时弹簧会立即产生反弹力量，将手腕迅速弹起，恢复到原握键的静止位置，单点动作完成。

多点的拍发：用力要领和单点拍发相同，当拍完第 1 个点后，将手腕弹回到上水平线，再立即同样打至下水平线拍发第 2 个点。继续拍发下去，即可拍发多点。拍发时要注意用力协调一致，手腕活动幅度要一样大，这样才能保证发出的点均匀一致。

单划的拍发：按照正确的握键姿势，将手腕抬至上水平线后立即打至下水平线，当电键接点接触后即以手腕和手指的合力按键，保持接点的闭合。当达到一个划的时间长度后肌肉放松撤去合力，同时手腕迅速抬起回到静止状态，电键结点松开，完成单划的拍发。

多划的拍发：多划的拍发，在低速度时和单划拍发的用力要领基本一样。划与划的连接一般采用的方法是：当第 1 个划打下去，电键触点闭合的同时，手指保持对电键的压力而手腕上抬至上水平线；当达到一个划的时间长度后肌肉迅速放松并使电键触点断开，几乎是在同时，手腕再次迅速下打到下水平线，指、腕再次配合保持电键触点闭合发出第 2 个划；也几乎同时，手腕又抬到上水平线，以便发出第 3 个划……这种连续发划的用力要领，能使在低速拍发时划与划的连接容易紧凑。高速拍发时，多划的拍发没有一个手指按着电键而手腕却在向上抬的过程，在用手指和手腕的合力按住电键的同时手腕保持在下水平线上，当达到一个划的长度时，手腕迅速上抬至上水平线，电键触点也同时松开，紧接着手腕再一次下打完成第二个划的动作。这样的好处是没有多余动作，对高速拍发时点划的正确连接有利。但这种方法必须是在有了良好的拍发基础后才可使用，在初学时不太好掌握，容易出现划与划的脱节现象，因此不要轻易使用。

点与划之间的连接：要始终保持手腕垂直向下打的要领，并在完成一个点或划后手腕立即回到上水平线接着完成下一个点或划。

在整个发报练习过程中，不应有手及身体其他各部位的各种多余动作，电键在桌子上也应该是固定不动的。正确的用力和姿势能使你的发报轻松自如，能快能慢，也能有保持较长时间连续工作的能力；清楚正规如行云流水般的拍发质量，能使你在空中赢得爱好者们的一致称誉。

在开始综合发报练习后，如果在发报过程中发现自己发错了，比如电码符号不对，点划严重失真等，要发一个更正的符号，然后从这一组（或一个单词）的第一个字母开始重发。更正的符号一般为连续 6 个以上的点，也可发一个问号。请注意，在正式的考核中，发错字是不可以的，大量的更正改错会使平均速度下降，所以要力求准确无误。

以下是一组实用的从简到难的练习报底，拍发时必须掌握好大小间隔。

（1）单点、多点练习报底。

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EEEEE | EEEII | IIEIE | EIEIE | IEIEI | EEEEE | IIEEI | EEIIE | EIEIE | ESISE |
| EISES | SIESE | IESES | ISESI | ESIEI | SSIES | SIESI | HIHEH | HSIEH | SEHSH |
| HS5IE | 5HSI5 | SIE5H | HIS5S | 5SHE5 | ISE5H | SIH5S | 5SEHI | I5SEH | 5SHE5 |

（2）单划、多划练习报底。

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TTTTT | TTMMM | TMTMT | MTTMT | TMMTT | MMTTM | MTMMT | MMTTM | TOMTO | MTMTM |
| TTMMT | OMTOT | MTOOM | OTMOT | MTMOT | TMOMT | OMTMT | MOTOM | TMOTM | OMTMT |
| MTØOT | TMØOM | TØOMØ | ØØØØØ | TMTØO | ØØØOO | MTMTØ | MØMØO | MØTØM | ØOØMØ |

（3）点划练习报底。

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EMITS | ØOSHI | SMTHØ | MSEIO | HSMTØ | OMHIS | SEØHM | ESHØO | HESMT | TSMHE |
| OMTSE | IMEØS | MEIOS | IMØES | ØMESO | MHEIS | SMEIØ | MEØSI | MHEØS | OMESH |
| TMETØ | SHØET | 5STIH | 5OMTØ | HMSEO | Ø5Ø5H | HMETS | MEITS | ØOH5S | 5Ø5IM |

（4）点划连接报底。

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AAAUU | UVAVU | NDBND | DNDNB | ANDUV | VUDAN | UANBV | UANBV | BVDUN | ABVNU |
| UVBND | ANUBD | BVNAU | DAUNV | AUVND | NBANU | BDV46 | 46BVD | B6UVD | VNU4D |
| N6VA4 | NBV6D | VB6U4 | NBADU | 6NVBD | 4NBVD | 4BNU6 | DNBVA | UDANB | 4VB6D |

（5）点划连接报底。

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RKRKR | KRKRK | KKRRK | XPXPX | PXPXP | RPXKP | XPKRX | PXKRX | XCPRC | CPVKT |
| LZPCR | LKZXC | XZRPL | KCPXR | FLRCX | LKFPR | ZCXKL | LKPRF | CZLKR | ZPKLF |
| RPKZC | CPKRF | KPFXC | FLXPK | YQCXP | KLFCX | FYCQP | ZXFRL | KFRQP | ZXLKR |

（6）综合练习报底。

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WSØWX | A4PI | LØCXW | B6XYG | QL6EBC | XW8T | Q4ZGV | BR5CUK | A9DDV | A5XKP |
| D6WB/6 | X8NO/4 | VO2MV | J4YH | TØMSM | VK3EP/6 | WK7CBA | OV2LK | H1FQH | C1WE/3 |
| M5XOP | YQ7GAW | ZD1YOD/1 | K6FTV | ZH3ZP | MH8JY/7 | C8JJI | H8OK | IG4J | O3ZAH/5 |
| AH9ME | TP5EP | A3YQU | HØFI/1 | BE3VF | W2MOL/6 | V3BL | N3AV | YJ2RJM | FF6FOX |

（7）综合练习报底。

UR QSL VIA BURO. QRB GLD ABL GVB BN TKS CUAGN AIR MAIL COLD USA FROST QHT IS BEIJING SEA WW LG（NEW STN）QRT？CHG PART QRG？STAR CHG GMT XMAS LID BAD FM WEST FINE QRU？P O BOX DRY AGN QRJ QRU？MNI TOO CLD CAN QSP OPR QST？BUT DLR QRM？CLG STRONG QST？BELOW TEST MERRY XYL TNX DIF 73

### 3.3.2 自动键发报

自动键就是可以由电子电路产生连续的点或划的电键。人们在使用它时只要控制点划的多少及其连接就行，省去了人工产生点划的动作，比较容易掌握。常见的自动键有一片可以向左右两边拨动的键钮，向右拨自动发点，向左拨发划。

用自动键拍发的姿势是：小臂放松轻放于桌面上并与桌沿成约 40°。拇指自然伸直微贴于键钮左侧，食指自然弯曲并以指前端侧面轻贴于键钮的右侧，其余 3 指自然弯向掌心。手掌外侧轻放于桌面上，成为发报时手掌活动的支点。拍发时，以食指和拇指运动为主，手掌部分以腕关节为轴心、手掌外侧为支点左右协调配合动作。发点时，拇指先离开键钮随即迅速轻击键钮，令电键发点。如果发多点，则以拇指保持对键钮的压力直至发出足够多的点信号。发点结束，拇指放松保持静止姿势。发划时，食指先离开键钮并迅速轻击键钮右侧面并保持对键钮的压力，使电键有足够的时间发划。发划结束，食指放松保持静止状态。在连续拍发时，拇指和食指在完成轻击键钮的动作后都随即迅速离开键钮以准备下一个动作。在拍发中应该手指与手腕动作方向协调一致，并具有一定的幅度和力度，富有节奏感。单纯依靠手指或仅靠手腕做微小的动作不利于提高拍发速度，自动电键拍发姿势如图 3-17 所示。

练习自动键发报应在具备准确抄收分速 60～70 小码电报的能力后开始，且电键点划速

度不要超过收报速度。用自动键准确地拍发电码也是一个“条件反射”的练习，是靠大量的练习建立起来的“信号概念”来控制点划尤其是点的多少，并非一边发一边数点子。所以，如果一味地抢快，或凭新奇好玩随便拍发，有可能出现发的报多点少点自己发现不了或是错字连篇难以流畅顺利。

练习自动键发报也可利用前面介绍的训练报底进行。

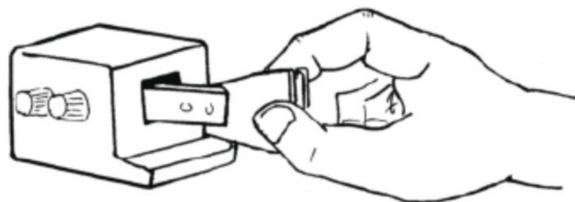


图 3-17 自动电键拍发姿势

## 3.4 严格自我要求，保证练习质量

有人这样想，既然目标是某某速度，何必从慢到快一点点地爬呢？于是乎一下子就以这个速度或比这更快的速度练习，错了漏了也不管，自以为心里明白就行。结果真到使用时，错误百出，抄的是错误记录，发的别人听不懂，这时想纠正却已是心有余而力不足，即使把速度降得很慢还是错漏不断，习惯成了自然。有人说，我的英语学习就是这样，多听快的实用的，不是效果很好吗？其实不然，外语的基础学习事实上早就开始了，而且语言可以和具体事物联系起来，这都是基本练习。有了这些基础，你才能够通过强化听说而迅速提高。CW 对我们来说，是一门全新的语言，一步登天是不行的。所以当你开始录制第一盘抄收练习报时不要忘了把标准的答案——“报底”也带回去，以便你每天都能核对一下自己抄的报是否正确；对于用电子电键练习发报的朋友，一定要在应考以前就请高手多检查，因为电子电键最容易使你发出来的电码“多点”“少点”或“多划”“少划”而自己不易觉察。

中国的快速收发报前辈曾创立了多项世界纪录。今天，我们也一定能通过自我训练，创造出新的优异成绩!

# 第 4 章 业余电台的奖励证书和竞赛活动

在业余无线电通信中，许多国家或国际业余无线电组织设立了数不胜数的奖励证书并举办了各种各样的竞赛活动，用以鼓励爱好者参加各种交流或创纪录活动。参加这些活动，可以比平时更有效地提高自己的操作技能，检验自己的设备性能，也更有可能联络到平时不易听到的“珍稀”电台。所以爱好者们常常废寝忘食，乐此不疲，“高度发烧”，并自豪地把取得的成绩印在自己的 QSL 卡片上。

## 4.1 业余电台的奖励证书

全世界有关业余电台的奖状有数百种，这些旨在鼓励和表彰在远距离通信和各种通信试验中取得成绩的爱好者的证书，都是由各国或国际的业余无线电组织颁发的。当一个业余电台按规则要求联络到足够数量的电台，并有对方寄来的 QSL 卡片作为凭证时，就可以向颁发该奖状的协会提出申请。常见的奖励证书有以下几种。

### 4.1.1 联络到中国Ø～9 区奖状（Worked Chinese Ø～9 district）

这是由我国业余无线电组织向全世界颁发的奖状［奖状式样见附录 7 之（1）］。任何国家和地区的业余无线电台，在任何波段、任何时间，无论使用何种操作方式，在中国Ø～9 业余无线电分区的每一个区号中都联络到一个电台即可申请。2020 年 6 月前，该项奖状由中国无线电运动协会（CRSA）竞赛及奖状工作组负责签发。之后的申请办法，请关注中国无线电协会业余无线电分会（CRAC）网站发布的更新信息。

### 4.1.2 WAC 联络到世界各大洲奖状（Worked All Continents）

这是由国际业余无线电联盟（IARU）颁发的奖状，奖状式样见附录 8。爱好者只需和世界上 6 个大洲（欧洲、亚洲、非洲、大洋洲、南美洲、北美洲）的电台进行相互联络并已收到对方寄来的 QSL 卡片，即可向 IARU 总部提出申请。

WAC 有以下几种证书。

一般证书（Mixed）。无论用哪一种操作方式，只要获得 6 张来自不同洲的 QSL 卡片即可。

各种不同操作方式的单项证书，有 CW（报）、PHONE（话）、SSTV（慢扫描电视）、RTTY（无线电传）、FAX（无线电传真）、卫星通信证书等。这些单项证书都必须要用其规定的操作方式进行联络才能获得。

5 波段 WAC。这是要求必须在 3.5MHz、7MHz、14MHz、21MHz、28MHz 这 5 个业余波段上都有 6 张来自世界六大洲的卡片才能申请。

当你已经取得了以上这些证书后，WAC 还设有以下各种贴花鼓励你继续努力：6 波段（比 5 波段多一个 1.8MHz），小功率（输出功率不超过 5W），1.8MHz、3.5MHz、50MHz、144MHz、430MHz 以及任何频率更高的单个业余波段的贴花。

### 4.1.3 DXCC 联络远距离电台俱乐部证书（DX Century Club）

这是由美国无线电转播联盟（ARRL）颁发的在业余无线电界影响最大也是比较难得到的证书之一，证书式样见附录 9 之（1）～（2）。

ARRL 根据行政地域和地理地域的不同，把全世界各个国家及地区，以及与本土不相连的一些特殊的地区，列为不同的“DX 实体”，将这些“实体”的呼号前缀编制成了“DXCC 表”。DXCC 证书是以联络到 100 个“DXCC 表”上列出的不同的 DX 实体的业余电台为基本条件。申请 DXCC 证书需要交验收到的 QSL 卡片。当你已获得基本的 DXCC 证书后（混合模式和波段，100 个 DXCC 实体），如果联络到的 DX 实体又有增加，可以继续申请“贴花”。不同前缀在 100～250 个时，每增加 25 个可以申请一个贴花（如 DXCC125、150、175……）；不同前缀在 250～300 个，每增加 10 个可申请一个贴花；300 个以上则每增加

5 个可申请一个贴花。

DXCC 奖有 12 种, 分别是: 基本奖(Mixed 方式, 即不分波段和操作方式) 、话(PHONE) 、报（CW）、无线电传（RTTY）、1.8MHz（160m）、3.5MHz（80m）、7MHz（40m）、28MHz (10m) 、50MHz (6m) 、144MHz (2m) 波段、卫星 (Satellite) 及 5 波段 (5BDXCC)。其中 5BDXCC 必须在 80m、40m、20m、15m 和 10m 波段都得到 100 个不同 DX 实体的 QSL 卡片才可申请，它是一项非常难得的奖励。

要申请 DXCC 奖状，可以先向 ARRL 索取有关表格，然后将填写好的表格及 QSL 卡片寄去，并附上回信和寄回你的 QSL 卡片所需的邮资。

自 1990 年 8 月 BY4RSA 成为中国第一个获得 DXCC 奖状的业余电台以来，越来越多的中国 HAM 活跃于 DX 领域，并取得了优异的成绩。

#### 4.1.4　WAS 联络全美奖状（Worked All States）

这也是由美国 ARRL 颁发的奖状, 要求是必须和全美国 50 个州都取得联系并获得卡片，奖状式样见附录 10 之（1）～（2）。WAS 也设 5 波段奖，即 5BWAS。申请该奖的地址同 DXCC 奖。

#### 4.1.5　WAZ 联络全部 CQ 分区奖状（Worked All Zone)

这是由美国《CQ》杂志颁发的奖状，奖状式样见附录 11。WAZ 奖要求爱好者联络到全部 40 个 CQ 分区的电台并获得 QSL 卡片。

WAZ 奖设有多个奖项。按操作方式分，有混合方式（Mixed）、调幅（AM）、单边带话（SSB）、电报（CW）、电传（RTTY）、慢扫描电视（SSTV）、数据通信（Digital）等；按波段又设有 160m 波段（仅混合方式）和 80m、40m、20m、15m、10m、12m、17m 和 30m 波段单波段（无混合方式）及卫星通信、6m 波段、月面反射通信（EME）（后 3 项仅有混合方式）。其中 160m WAZ 奖需要申请者提交至少 30 个区的 QSL 卡片，卫星和 6m 波段需要至少 25 个区的卡片。另外，如果在 80m、40m、20m、15m 和 10m 波段上都连通了全部 40 个区并有了 200 张 QSL 卡片，你可以申请 WAZ 5 波段奖状。

## 4.2 业余电台的竞赛

### 4.2.1 业余电台竞赛的一般要求

参加业余电台竞赛是对自己技术、天线、设备性能的考验与挑战，同时也是 DX 追逐者“猎取”珍稀电台的大好时机。

业余电台的竞赛，多数是在规定的时间内，比谁联络的电台多、距离远、范围广。其计分的方式一般是以所联络到的电台作为基本分（本国或本洲的得分少，距离远的得分多），以这些电台的分布范围（如不同国家或地区、不同的分区、不同的呼号前缀等）为系数，两者相乘为竞赛所得总分。

竞赛中的呼叫，一般是在“CQ”后加“Contest”（话）或是“TEST”（报）。

竞赛中，联络双方除了交换信号报告外，还必须按比赛规则的要求交换一个特定的竞赛报告，如已联络次数的序号、本台所在的 ITU 或 CQ 分区数、发射功率、年龄等。

竞赛的时间一般都设在周末，持续时间不超过 48 小时。

每个比赛都设有不同的项目，有单波段、多波段，单人操作、多人操作、单发信机、多发信机及 QRP 小功率等。

竞赛中一般不允许作不同操作方式或不同频段的交叉联络，在一个频段上，每次工作的时间不得少于 10 分钟。

在同一个频段上，重复联络的电台，必须在竞赛日志中标出，不得重复记分，否则，不同的比赛将给予不同的处罚。

比赛规则对在比赛中借助互联网做了限制，规定可以在比赛中从互联网被动地获得频率

上 DX 台活动的信息，但不允许主动发布信息预约联络。当然，也不允许在空中组织网络或经他人中转联络。

为了争取速度和不影响别人，竞赛中的联络要尽量简洁，除交换的报告外一般不谈其他内容。

专门的竞赛软件已被广泛应用于各种比赛。常见的竞赛软件有 CT、WrightLOG 等。这些软件不仅可动态显示当前的得分情况、在 CW 竞赛中控制计算机充当有储存功能的自动电键、竞赛后自动统计成绩并生成竞赛记录报表，有些还具有控制电台改变频率、联网并显示当前 DX 电台活动情况、键盘控制字母解释法模拟语音输出等功能，是竞赛取得好成绩不可缺少的辅助工具。

竞赛记录，即 LOG，是你参加比赛的“成绩报告单”。多数比赛要求参赛者递交电子记录，最好通过电子邮件传送。

世界上业余电台比赛名目繁多。美国业余无线电转播联盟（ARRL）的网站具体介绍了世界各国的主要竞赛，我们可以从中详细了解比赛规则，按照要求参加比赛。本书仅就其中规模较大的部分竞赛做简单介绍。

**4.2.2 主要的国际性竞赛介绍**

1. CQWW 远距离世界比赛（CQ World Wide DX Contest）

这是一个在业余无线电界中影响最大、参加人数最多的竞赛活动。它是由美国 CQ 杂志举办的。CQWW DX 比赛时间为：每年 9 月最后一个周末为电传（RTTY）比赛，10 月最后一个周末为单边带话（SSB）比赛，11 月最后一个周末为电报（CW）比赛。每次比赛时间都是从星期六 0000UTC 开始，持续 48 小时，到星期日 2400UTC 结束。

比赛分为单操作员全波段（SOAB）、单操作员单波段（SOSB）、多操作员单发射机（MS）、多操作员多发射机（MM）等。按发射机功率分为高功率（HP，功率大于 100W）、低功率（LP）、小功率（QRP，功率小于 5W）。

CQWW DX 比赛的交换报告是：信号报告加所在的 CQ 分区。比如我国上海的业余电台在 CQ24 区，其给出的报告就是“5924”（SSB）或“59924”（CW 和 RTTY）。

CQWW DX 比赛的记分方法是：基本分之和乘系数和。基本分的计算：每个波段中联络同一个 DXCC 实体内的电台为 0 分，联络一个本实体以外的本洲电台得 1 分（北美洲台联络本洲电台 2 分），联络一个非本洲电台 3 分。系数分的计算：每个波段中每增加一个 DXCC 表所列的新字头（呼号前缀）系数增加一分，每增加一个 CQ 分区系数增加一分。总分为各波段基本分之和与总系数分的乘积。

2. CQWW WPX 世界比赛（CQ World Wide Prefix Contest）

这也是由美国 CQ 杂志举办的比赛，时间是在每年 3 月的最后一个周末进行单边带话的比赛，5 月最后一个周末为电报的比赛，都是从星期六 0000UTC（北京时间早上 8 时）开始，到星期天 2400UTC（北京时间星期一早上 8 时）结束，持续 48 小时。交换的报告是信号报告加联络的顺序号。比如你在竞赛中联络到第一个电台，给出的报告是 59001（CW 则是 599001），联络到第 688 个电台则是 59688 等。

WPX 的基本分计算方法是：在 7MHz 及 7MHz 以下各业余频段上每联络一个本洲电台得 2 分，联络一个不同洲的电台得 6 分；在 14MHz 及 14MHz 以上各业余段每联络一个本洲电台得 1 分，联络一个不同洲的电台得 3 分。

WPX 的系数分是联络到一个不同呼号前缀加 1 分。总分则是系数分之和与基本分之和的乘积。

由于这个比赛是鼓励参加者联络到尽可能多的不同呼号前缀，即使是属于同一国家或地区的电台，只要其呼号前缀有一个字母不同就可增加一个系数分，所以 WPX 比赛就是联络不同呼号前缀的世界比赛。

3. IARU 短波世界锦标赛（IARU HF World Championship）

这是由国际业余无线电联盟（IARU）主办的比赛，于每年 7 月份第二个周末举行，从星期六 1200UTC 开始到星期天 1200UTC 结束，共 24 小时。竞赛频段为 160m、80m、40m、20m、15m 和 10m 波段，全世界所有有执照的爱好者都可以参加。短波世界锦标赛的比赛项目有单人操作、多人操作、IARU 成员协会总部电台。

单人操作—话—高、低和小功率；

报—高、低和小功率；

混合模式—高、低和小功率。

多人操作单发射机混合模式。

IARU 协会成员总部电台（其呼号后缀多为“HQ”），同一时间只能有一个发射信号出现在被限制操作模式的波段（160CW，160 话；80CW，80 话；40CW，40 话；20CW，20 话；15CW，15 话；10CW，10 话）。

这个比赛的交换报告是信号加自己所在的 ITU 分区数（详见本书第 1 章）。比如南京位于第 44 区，南京电台发出的报告就是 5944（话）或 59944（报）。总部电台的报告则是信号报告加所代表的业余无线电组织的名字缩写，如中国无线电运动协会电台的报告是 59CRSA 或 599CRSA。IARU 秘书处俱乐部电台 NU1AW 算总部电台，IARU 行政理事会成员和 IARU 3 个分区执委会电台分别在信号报告后面加发 AC、R1、R2 和 R3。

比赛的计分方法是：基本分为每联络一个本分区的电台得 1 分，不同分区的本洲电台得 3 分，不同洲的电台得 5 分；系数分为每联络一个 ITU 的分区得 1 分，联络到一个总部电台得 1 分。但是联络到 IARU 行政理事会成员和 IARU 3 个分区执行委员会电台最多可以得到 4 个系数分。

总分计算方法同前面介绍的竞赛一样，即：将一个频段所得基本分之和乘以该频段所得系数分之和得到该单一频段成绩，将所有频段所得基本分之和乘以所有频段所得系数分之和便可得到竞赛的总成绩。

4.全亚洲比赛（All Asian DX Contest）

这是由日本业余无线电联盟主办的比赛，它得到了日本邮政省的支持。CW 项目的比赛在每年 6 月第 3 个周末进行，SSB 的比赛在 9 月第 1 个周末进行，持续时间都是 48 小时，从星期六 0000UTC 到星期日的 2400UTC。竞赛使用 160m（CW）、80m、40m、20m、15m、10m 业余频段。

全亚洲比赛项目如下：

单人单波段—亚洲电台　—高、低功率

非亚洲电台　—高、低功率

单人多波段—日本电台　—高、低功率，青年，老年

亚洲电台　—高、低功率

非亚洲电台　—高、低功率

多人单发射机（全波段）

多人多发射机（全波段）

青年年龄低于 19 岁，老年 70 岁或者 70 岁以上。

全亚洲比赛的呼叫方法，“CQ AA CONTEST”（SSB）和“CQ AA”（CW）。

交换的报告是信号报告加自己的年龄（两位数字），对于女性爱好者（YL）信号报告也是加自已的年龄，但是如果她不愿意告诉年龄只需用两个零（00）代替即可。

（1）亚洲台的计分方法。

160m 波段—联络一个亚洲台 3 基本分，联络一个非亚洲台 9 基本分；

80m 波段—联络一个亚洲台 2 基本分，联络一个非亚洲台 6 基本分；

10m 波段—联络一个亚洲台 2 基本分，联络一个非亚洲台 6 基本分；

其他波段—联络一个亚洲台 l 基本分，联络一个非亚洲台 3 基本分；

系数—根据 DXCC 表，在每一个波段工作过的不同实体的和；

联络相同的实体不计算基本分和系数，重复和同一波段的同一电台联络不记基本分。

（2）非亚洲电台的计分方法。

和亚洲电台的联络（不含美国在远东与日本的军用电台）

160m 波段—3 基本分；

80m 波段—2 基本分；

10m 波段—2 基本分；

其他波段—1 基本分；

系数—根据 DXCC 表，在每一个波段工作过的不同实体的和；

竞赛总分为每一波段基本分之总和乘以每一个波段系数之总和。

5.甚高频世界比赛（CQWW VHF Contest）

这也是由美国 CQ 杂志主办的世界比赛，时间是每年 7 月第 3 周的周末，星期六 1800UTC 至星期日 2100UTC，持续 27 小时。

这个比赛需要你了解自己所在位置的地理坐标（Grid Locator）。这个坐标网以 6 位字符表示，如我国台湾省的台北市，坐标（GL）为 PL05SA（中间两位是数字），这种坐标表示方法也称梅登黑德网格定位系统（详见本书 2.3 节），我们也可以从一些业余无线电软件（如竞赛软件）中根据经纬度查到相应的坐标。CQWW VHF 比赛交换报告是信号加坐标的前 4 位字符，如上述台北市电台的报告应为“59PL05”。在比赛中，每联络到一个不同的坐标记录系数便增加 1 分。

比赛在 50MHz（6m）和 144MHz（2m）两个 VHF 波段内进行，共设 5 个项目：单操作员全波段（SOAB）、单操作员单波段（SOSB）、多操作员（MO）、漫游台（Rover）、QRP 小功率（小于 10W）。其中对于多操作员方式，要求比赛中任何时间只有一个发信机发射；对于漫游台，要求移动路程至少超过一个坐标格，呼叫中应表明自己是 Rover 台或呼号后加“/R”。

比赛要求避开中继台频率、各国的呼叫频率和 DX 窗口。

计算成绩的方法：对于漫游台，该台在同一坐标格范围内的得分是以在此格内的 QSO 台数与这些台不同的坐标数（GL 数，即系数）之乘积计算；总成绩为该台各坐标范围内的 QSO 之和与总的 GL 数之积。对于一般电台，则用 QSO 数乘以联络到的 GL 数计算成绩。

6. CQWW 160m 波段世界比赛（CQWW 160m CW Contest）

这是一个专门为 160m 业余频段设置的比赛，也是由美国 CQ 杂志主办。

比赛时间是，报（CW）在每年 1 月最后一个周末进行，话（SSB）在 2 月最后一个周末进行。每个单项都是从星期五的 2200UTC 开始到星期天 1600UTC 止，持续 42 小时。

比赛设单操作员小功率（SO QRP，小于 5W）、低功率（LP，小于 150W）、高功率（HP）、多操作员（MO，允许运用网络）等项目。

比赛交换的报告是：美国电台是信号报告加所在州名，加拿大是信号报告加所在地区名，其他国家则是信号报告加自己国家的缩写。

该比赛的计分方法是：与同一个 DXCC 实体内的电台联络得 2 分，本洲其他 DXCC 实体台得 5 分，不同洲电台得 10 分，与船舶电台（/MM）联络得 5 分，没有系数分。

系数分：每个美国的州（48 个）、哥伦比亚地区（DC）、加拿大地区（13 个）和 DXCC 实体均计系数分 1，在竞赛中 KL7 和 KH6 作为 DXCC 实体，而不作美国的州。DXCC 实体是 DXCC LIST 加 WAE LIST（IT，GM 色德兰群岛等），加拿大地区包括 VO1、VO2、NB、NS、PEI、VE2、VE3、VE4、VE5、VE6、VE7、NWT 和高空（YuKon），美国和加拿大不

再计算独立 DXCC 实体，谨记，航海移动不能计算系数。最后得分：QSO 总计和乘以全部系数的和（州，VE 和 DXCC 实体）。

7.美国无线电转播联盟 10m 竞赛（ARRL 10 Meter Contest）

这是由美国无线电转播联盟（ARRL）主办的竞赛，全世界的业余无线电爱好者都可以参加。竞赛于每年 12 月第二个周末进行，竞赛时间从星期六 0000UTC 到星期日 2400UTC 共 48 小时。但所有电台在 48 小时内的操作不得超过 36 小时，收听的时间算作操作时间。

竞赛分个人和多人单发射机两大类，其项目如下。

（1）个人竞赛（共有 9 项）。

① 小功率 3 项：混合方式［Mixed Mode（PHONE and CW）］，话（PHONE），报（CW）。

② 低功率 3 项：混合方式［Mixed Mode（PHONE and CW）］，话（PHONE），报（CW）。

③ 高功率 3 项：混合方式［Mixed Mode（PHONE and CW）］，话（PHONE），报（CW）。

（2）多人单发射机，仅限混合方式。竞赛对交换信号报告的要求如下。

① 美国/加拿大电台（含夏威夷和阿拉斯加）报告信号和州或者省（哥伦比亚电台报告信号和 DC）。

② 美国的入门级和技术级在用报（CW）时，电台呼号后加/N 或者/T，假如使用的话，必须在你的记录表上标明/N 或者/T。

③ DX 电台（含 KH2，KP4 等）在信号报告后面加发从 001 开始的序号。

④ 航海电台在信号报告后加发 ITU Region 分区号（1，2 或者 3）。

竞赛的记分方法为基本分之和与系数分之和的乘积。

① 基本分（QSO points）：每个完整的话（PHONE）联络得 2 分，每个完整的报（CW）联络得 4 分，用报和美国入门级（/N）或者技术级（/T）联络得 8 分（限 28.1～28.3MHz）。

② 系数分（Multipliers），按报和话不同方式计算：

美国所有的州和哥伦比亚区；

加拿大 NB（VE1，9），NS（VE1），QC（VE2），ON（VE3），MB（VE4），SK（VE5），AB（VE6），BC（VE7），NT（VE8），NF（VO1），NB（VO2），YT（VY1），PEI（VY2），NU（VY0）；

DXCC 实体（美国和加拿大除外）KH6 和 KL7 与美国各州相同；

ITU 的 Region 区（仅限航海电台）。

8.美国无线电转播联盟 160m 竞赛（ARRL 160 Meter Contest）

这是由美国无线电转播联盟（ARRL）主办的大型业余电台竞赛，全世界的业余无线电爱好者都可以参加。旨在鼓励 W/VE 电台与 DX 电台之间的相互联络，因此 DX 与 DX 电台之间联络不计成绩。竞赛于每年 12 月第一个周末进行，竞赛时间从周五 2200UTC 到周日 1600UTC 共 42 小时。竞赛分个人和多人单发射机两大类。

个人分 3 个项目：小功率（QRP），低功率（Low Power），高功率（High Power）。

竞赛对交换信号报告的要求如下。

美国/加拿大电台：信号报告加美国与加拿大分区；

非美国/加拿大电台：信号报告；

航海和航空移动电台：信号报告加 ITU（Region）分区。

竞赛的记分方法：基本分之和与系数分之和的乘积。

基本分：任何美国/加拿大电台之间联络为 2 分，美国/加拿大电台与 DX 电台的互相联络为 5 分。

系数分：每个美国/加拿大分区（最多为 80）和 DXCC 实体（仅限美国/加拿大台）均算为系数。

电台日志分手写与电子两种，均应在次年 1 月 7 日前发出。

9.美国无线电转播联盟国际 DX 竞赛（ARRL International DX Contest）

这是由美国无线电转播联盟（ARRL）主办的竞赛。

（1）竞赛时间共 48 小时。

报（CW）每年 2 月第 3 个周末，星期六 0000 UTC 至星期日 2400 UTC。

话（PHONE）每年 3 月第 1 个周末，星期六 0000 UTC 至星期日 2400 UTC。

（2）竞赛项目分为个人和多人单发射机两大类。

其中个人分为：个人全波段、个人单波段、有辅助的个人。个人全波段又分为小功率（QRP）、低功率（Low Power）和高功率（High Power）。多人分为多人单发射机，多人双发射机和多人多发射机。

（3）交换信号报告的要求。

美国 48 个邻近州/加拿大电台（圣保罗岛和塞博尔除外），信号报告加州或省名。DX 电台，信号报告加发射机输出功率。

（4）竞赛得分为基本分之和乘以系数和。

基本分：美国/加拿大电台与 DX 电台或 DX 电台与美国/加拿大电台每联络一次均计 3 分。

系数分：美国/加拿大电台：在各个波段联络到的除美国和加拿大之外的 DXCC 字头之和。

DX 电台：各个波段联络到的美国各州（除 KH6/KL7）、哥伦比亚地区、加拿大本土 NB（VE1，9），NS（VE1），QC（VE2），ON（VE3），MB（VE4），SK（VE5），AB（VE6），BC（VE7），NT（VE8），NF（VO1），NB（VO2），YT（VY1），PEI（VY2），NU（VY0）的不同州（省）名之和（一个波段最多 63 个）。

（5）参加者的电台日志应按每年规程规定的格式、时间发出。

10.亚太极速冲刺赛（ASIA-PACIFIC Sprint Contest）

这是一个旨在鼓励亚太地区之外的电台在 2 小时内联络尽可能多的亚太电台，鼓励亚太地区之内的电台在 2 小时内联络尽可能多的世界各地的电台的竞赛。

（1）竞赛时间、频率以及工作方式。

① 时间。

春季（20m/40m CW）2 月第 2 个星期六 1100—1300 UTC；

夏季（15m/20m SSB）6 月第 2 个星期六 1100—1300 UTC；

秋季（15m/20m CW）10 月第 3 个星期日 0000—0200 UTC。

② 频率。

CW 15m：21030～21050kHz，20m：14030～14050kHz，40m：7015～7040kHz

SSB 15m：21350～21380kHz，20m：14250～14280kHz

③ 功率限制。

亚太地区电台——输出功率 150W；

非亚太地区电台——遵照每个国家的规定。

（2）竞赛项目。

只限单人单机(SO2R——使用第二发信机及使用第二个收信机的方式均在禁止之列。)。

（3）交换信号。

RS/RST＋从 001 开始的顺序数字。

（4）重复联络。

在同一波段上同一电台只能被联络一次。

（5）系数。

WPX 规则中的每一个前缀。

（6）QSY 规定。

CW——呼叫电台（一般指 CQ 呼叫者）在每次 QSO 后至少 QSY 1kHz。

SSB——呼叫电台（一般指 CQ 呼叫者）在每次 QSO 后至少 QSY 6kHz。

（7）最后得分。

QSO 的数目乘以系数。

（8）竞赛日志。

必须是电子日志并作为邮件的附件，使用电子邮件发送。

邮件的主题必须包括你的呼号。

电子日志文件的名称必须是你的呼号（例如 9V1YC.CBR）

日志应包含完整的 QSO 资料加一份简表标出你自己认为的得分。

假如该电台不是由他的所有者操作的话应标明操作者的姓名和呼号。

建议电子日志使用 Cabrillo 格式（样本见表 4-1）。

截止日期为竞赛结束后的 7 天。

11.日本国际 DX 竞赛（Japan International DX Contest）

这是由日本业余无线电联盟（JARL）主办的竞赛，旨在鼓励全世界的业余无线电台联络更多日本电台和鼓励日本电台尽可能多地联络 DXCC 实体和 CQ 分区电台。

（1）竞赛时间。

竞赛时间应该限制在 30 小时之内。

报—4 月第二个周末，星期六 0700 至星期日 1300UTC；

话—11 月第二个周末，星期六 0700 至星期日 1300UTC。

（2）竞赛波段。

话：3.5/7/14/21/28MHz（JA 台在 3525～3575kHz，3747～3754kHz 和 3791～3805kHz）；报：3.5/7/14/21/28MHz；WARC 波段除外。

表 4-1 Cabrillo 格式日志样本

START-OF-LOG：2.0
CONTEST：AP-SPRIN
CALLSIGH:9V1YC
CATEGORY：SINGLE- OP ALL LOW
CLAIMED–SCORE：140
NAME：James Brooks
ADDRESS：26 Jalan Asas
ADDRESS：Singapore 678787
SOAPBOX：See you next time.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QSO: | 7018 | CW | 1999-02-13 | 1231 | 9V1YC | 599 | 001 | VR2BG | 599 | 002 |
| QSO: | 7018 | CW | 1999-02-13 | 1231 | 9V1YC | 599 | 002 | W2VJN | 599 | 001 |
| QSO: | 7019 | CW | 1999-02-13 | 1232 | 9V1YC | 599 | 003 | KE0UXR | 599 | 002 |
| QSO: | 7019 | CW | 1999-02-13 | 1232 | 9V1YC | 599 | 004 | JM1NKT | 599 | 003 |
| QSO: | 7023 | CW | 1999-02-13 | 1235 | 9V1YC | 599 | 005 | JA6UBK | 599 | 005 |
| QSO: | 7023 | CW | 1999-02-13 | 1235 | 9V1YC | 599 | 006 | JA6ZLI | 599 | 003 |
| QSO: | 7024 | CW | 1999-02-13 | 1239 | 9V1YC | 599 | 007 | JR1UJX | 599 | 004 |
| QSO: | 7024 | CW | 1999-02-13 | 1239 | 9V1YC | 599 | 008 | JF2BDK | 599 | 005 |
| QSO: | 7024 | CW | 1999-02-13 | 1240 | 9V1YC | 599 | 009 | JH5RXS | 599 | 008 |

END-OF-LOG

（3）竞赛级别（仅选一项参加）。

① 单人大功率（100W 以上）分为多波段和单波段。

② 单人低功率（100W 以下，含 100W）分为多波段和单波段。

③ 多人（改波的限制时间为 10 分钟）。该项目可以同时在另外一个波段发射信号，但条件是这个被联络的电台是一个新的系数。

④ 航海移动（呼号后面加/MM），他们在和日本台联络时应该拍发 CQ 分区数。

（4）信号交换。

日本台：RS（T）＋工作区域代码（01～50）；

其他台：RS（T）＋CQ 分区号码。

（5）联络分。

只有日本台和 DX（＋/MM）的互相联络才能获得竞赛联络分。

（DX-DX，DX-/MM 或者 JA-JA 之间的联络不得联络分。）

3.5/3.8MHz………………………………… 2 分

7MHz、14MHz 和 21MHz…………………… 1 分

28MHz……………………………………… 2 分

（6）系数。

日本台：每个波段联络的不同 DXCC 实体（JD1 除外）和 CQ 分区。

和航海台联络，可计 QSO 的联络分和分区系数，但不计 DXCC 实体的系数。

其他台：在每个波段联络到的不同的日本地区的数目加小笠原群岛（JD1）、南鸟群岛（JD1）和冲之鸟礁。每波段最多限 50 个。

（7）竞赛得分。

竞赛最后得分是 QSO 的总联络分乘系数和。

12.大洋洲 DX 竞赛（Oceania DX Contests）

（1）竞赛时间。

话：10 月第一个周末，星期六 0800UTC 至星期日 0800UTC；

报：10 月第二个周末，星期六 0800UTC 至星期日 0800UTC。

（2）竞赛对象。

大洋洲电台尽可能多地联络本地区内、外的电台；

非大洋洲电台尽可能多地联络大洋洲内的电台，他们也可以互相联络，但是不给予得分和系数；

大洋洲的收听台（SWL）尽可能多地收听本地区内、外的竞赛电台；

非大洋洲的收听台（SWL）尽可能多地收听大洋洲的竞赛电台。

（3）竞赛波段。

160～10m（不含 WARC 波段）。

（4）竞赛项目。

单人全波段或者单波段，全部操作由一个人完成，包括日志登载，定位功能。只允许有一个发射信号。

多人—单发射机全波段。在同样的时间段内只允许一个发射机在一个波段出现（执行 10 分钟规定，如任一 10 分钟时段内在另一个波段上联络的是一个新的系数台，可以例外，但一个波段只能是一个。假如在日志中发现违反了 10 分钟的规定，该参加台将被划入多人—多机项目）。

多人—多发射机全波段。发射机没有限制，但是一个波段只允许有一个信号，全部发射机和接收机必须在一个直径为 500m 或者符合设台执照规定的范围内。

短波收听，只收听全波段。

（5）信号交换。

RS（T）＋从 001（或者 0001）开始的累计数字。假如需要，多人—多机项目在每个波段可以使用分开的数列。

（6）系数。

工作过不同前缀的数目。前缀和 CQ WPX 竞赛的定义相同。特殊的事件或纪念活动的特别电台呼号，其操作得到该国家管理当局认可的可以计算前缀，同样的前缀在不同的波段上可以再算一次。

（7）联络分。

每次在 160m 上的联络记 20 分，80m 记 10 分，40m 记 5 分，20m 记 1 分，15m 记 2 分，10m 记 3 分，相同的电台在一个波段上只能计算一次。

（8）最后得分。

全部波段联络分的和乘以前缀的总数。

（9）竞赛日志的要求。

电台的日志应该包含每次联络的详细内容：波段或者频率、工作方式、日期、时间 UTC、对方呼号、发送的 RS（T）和其后的数字、抄收的 RS（T）和其后的数字。单人单波段日志应该记载你联络的全部电台，多人项目必须按照日期时间的顺序提供日志。收听台每次收听记录应该包括波段或者频率、工作方式、日期、UTC 时间、被听到的电台的呼号和 RS（T）＋数字及他联络的电台的呼号和 RS（T）＋数字。对于连续的同一“被联络电台”，其呼号只能在日志中出现一次。对于非大洋洲收听台，只能登载大洋洲呼号的联络台。全部重复的联络必须标明“请不要删除他们”。重复联络不会受到处罚。

（10）电子日志。

联络超过 50 个的，必须提供电子日志。请将电子日志作为电子邮件的附件发送给主办方：

电子邮件的主题栏内请注明你的呼号、工作方式（CW 或者 PHONE）、参加的项目和“OCEANIA”字样。竞赛委员会将自动检查收到的邮件。

（11）纸质日志。

联络少于 50 个的，如果没有电子日志也可以提交纸质日志，纸质日志应该附有一张简表清楚地标明以下内容：

电台的呼号，操作者的呼号，参加者的姓名及邮政地址（接收奖品用），工作方式和参加的项目，每个波段自己计算的联络分，每个波段自己计算的前缀系数，总得分。

正式的纸质日志和简表，可以从竞赛网站上下载或者通过邮寄一个写有自己地址和贴有邮票的信封到以下地址索取。假如正式的表格没有得到，参加者也可根据“竞赛日志的要求”的内容自己制作。如果是非澳大利亚和新西兰的参加者最好用航空信件。截止日期不得迟于当年 11 月 7 日。

13.英国 1.8MHz CW 竞赛（RSGB 1.8MHz CW Contests）

这是由英国无线电协会（RSGB）举办的竞赛，第 1 期竞赛于每年 2 月第 2 个周末举行，第 2 期竞赛于每年 11 月第 3 个周末举行。

竞赛时间为周六 2100UTC 至周日 0100UTC。

频率：1820～1870kHz。

交换信号报告的要求是：RST＋数字序号和分区代码（DX 电台不加代码）。

竞赛项目：限单人参加。

得分的计算：

① 英国本土电台：每个联络得 3 分，联络到新的英国分区电台或者英国以外的新的国家在此基础上再奖励 5 分；

② 英国之外（含爱尔兰）的电台：只能联络英国台，每个联络得 3 分，每联络到一个新的英国分区电台在此基础上再奖励 5 分。

14.全欧 DX 竞赛（Worked ALL Europe DX）

这是由德国业余无线电俱乐部（DARC）组织的竞赛。

（1）竞赛时间。

CW：8 月第二个周末，星期六 0000UTC 至星期日 2359UTC。

SSB：9 月第二个周末，星期六 0000UTC 至星期日 2359UTC。

RTTY：11 月第二个周末，星期六 0000UTC 至星期日 2359UTC。

单人项目在 48 小时的竞赛周期内只能工作 36 小时，剩余的 12 小时可以是一个完整的关机时间，也可分段关机但最多只能分成 3 段，并应在登记表中注明。

（2）竞赛频率。

3.5/7/14/21/28MHz。

根据 IARU 第一区的规则，不允许在以下频率操作：

CW：3550～3800kHz；14060～14350kHz。

SSB：3650～3700kHz；141000～14125kHz；14300～14350kHz。

（3）竞赛项目。

① 单人—最大功率限 100W—全波段，只能出现一个信号。

② 单人—输出功率大于 100W—全波段，只能出现一个信号。

③ 多人操作，每 10 分钟可以换一个波段，包括 QTC 操作。

例外：在主台工作的同时，可以同时使用多个发射机在另外的波段联络新的系数台（即同时在不同的波段出现几个信号，但在主台工作频段以外的联络，必须是新的系数）。

④ 短波收听 SWL 收听台只能是单人参加（全波段）。

无论欧洲台还是非欧洲台，每个波段上都不能重复记入听到的呼号。每记录一个电台和其发送的数字系列计 1 分，每一个完整的 QTC（包括全部 QTC 顺序信息，上限最大为 10 个电台）也计算 1 分。系数和联络台一样计算，但是欧洲台和非欧洲台都有效，假如收听到了电台发送的序列号，一个呼号就计算一个系数。如果记录下了通联双方完整的 QSO，可以得到 2 分和 2 个系数。

在所有的项目中，可以使用 DX 网络，单人项目的电台如果声明没有使用这样的网络将在最后成绩中用符号“—”标注。

（4）竞赛交换信号。

QSO 只可以在欧洲台和非欧洲台之间进行，RTTY 除外。

交换的信号报告是 RS/RST 和从 001 开始的累计序号，假如电台未发序号，这次联络在日志上用 000 表示。

每个电台在一个波段上只计算一次。

（5）竞赛系数。

非欧洲电台：每个波段工作过的 WAE 国家列表中字头的数目。

欧洲电台：每工作一个非欧洲 DXCC 实体，计算系数为 1。以下的实体满 10 个呼号区才计算系数：W、VE、VK、ZL、ZS、JA、PY、RA8/RA9 和 RA0（和地理区划无关），例如：W1、K1、KA1 和 K3/1 算成 W1；VE1、VO1 和 VY1 算成 VE1；JR4、7M4 和 7K4 算成 JA4；ZL2 和 ZL6 是两个不同的系数。

奖励系数：各频段的原有系数分别和以下乘数相乘：3.5MHz 乘 4，7MHz 乘 3，14/21/28MHz 乘 2。总系数是全部波段系数的和。

（6）QTC 通信。

利用 QTC 可以增加分数。QTC 是竞赛中 QSO 返回到欧洲电台的报告（RTTY 除外），

可以通过 QTC 获取额外的分数。QTC 是指将比赛的联络记录发送给欧洲电台。以下为使用规则。

① 一次 QTC 包括时间、呼号和 QSO 报告的系列数字。例如："1307/DA1AA/431"就是 1307UTC 联络了 DA1AA，发出的系列数字是 431。

② 作为 QTC，每个 QSO 只能被报一次，这个 QTC 不能被报回到原来的电台。

③ 每个正确地被转发的 QTC，发出者被计算 1 分，收到者也被计算 1 分。

④ 两个电台最多可以交换 10 次 QTC。这两个电台可以建立多次联络来完成这个限额。

⑤ 多次 QTC 的转发可以使用 QTC 级数。QTC 级数从 1（最小）到 10（最大）使用下列办法计算：第 1 位数字是从 1 开始的累加数字，第 2 位数字表示 QTC 的次数。例如："QTC3/7"，意思是这是第 3 个被该电台转发的 QTC，总计 7 次。每一个 QTC 级数被转发或者接收，其号数时间和工作波段的频率都应该被记录。假如在日志中丢失了它们的资料，就不计算成绩。

（7）RTTY 规则。

该项目没有洲的限制，可以和任何人工作。

仅仅处理 QTC 必须在不同的洲之间进行。每个电台都可以发送和接收 QTC，在两个电台间交换的 QTC 总和不能超过 10 次。

（8）竞赛得分。

最后的得分为各波段上的 QSO 加上 QTC 的总成绩乘以全部的系数和。

（9）日志的处理。

希望所有电台能提供电子日志，但最终得分超过 100000 的电台，则必须提供电子日志。所有的时间必须使用世界协调时 UTC。

#### 4.2.3 国内的业余无线电比赛

我国业余无线电方面的比赛曾仅局限于体育范畴，无线电快速收发报和无线电测向都曾列为全国运动会比赛项目。随着业余无线电通信的普及，中国业余无线电的各种竞赛活动也越来越多。

1.木兰围场通联中国之省（WAPC，Worked all Province of China Contest）比赛

这是由我国爱好者木兰围场 DX 俱乐部发起的比赛，旨在鼓励世界各地的业余电台在进行 DX 联络时，尽可能多地通联中国各省、自治区、直辖市、特别行政区和台湾地区的电台。

比赛时间：四月份最后一个周末，星期六 0600UTC 时至星期日 0559UTC 时，共 24 小时。

波段和模式：80m（3.5MHz）、40m（7MHz）、20m（14MHz）、15m（21MHz）、10m（28MHz）5 个业余频段 CW 和 SSB 模式。

竞赛级别：单人组、多人组。

交换的信息：非中国电台为信号报告+从 001 开始递增的 QSO 序号；中国电台为信号报告+省/自治区/直辖市/特别行政区/台湾地区名缩写。

QSO 记分方法如下。

中国电台：各省、自治区、直辖市及香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾地区的电台相互间 QSO 为 10 分，与中国以外的其他亚洲 DXCC 实体电台 QSO 为 3 分；与其他洲电台 QSO 为 5 分。

非中国电台：与中国电台 QSO 为 10 分；与本 DXCC 实体范围内电台 QSO 记 1 分；与同洲但不同 DXCC 实体电台 QSO 记 3 分；和其他洲电台 QSO 记 5 分。

另外，和海上移动电台（/MM）及空中移动电台（/AM）的 QSO 不算系数，但对任何参赛者来说都为 5 分。

系数分：在每个波段上与中国每一个不同的省、自治区、直辖市、特别行政区或台湾地

区 QSO 记 1 系数分（不分模式）。在每个波段上与每一个不同 DXCC 实体 QSO 记 1 系数分（不分模式，BY、BV、VR2、XX9、BS7H、BQ9P 均记 1 系数分）。

最终成绩 = 总 QSO 分数 × 系数分总和（包括中国的省系数分+DXCC 实体系数分）。

对提交竞赛日志的一般要求：向木兰围场 WAP 竞赛委员会提交 Cabrillo 格式的电子竞赛日志，文件名为参赛呼号.log。竞赛日志要求在比赛结束后 7 天内通过 Email 提交，邮箱地址为：mulandxc@gmail.com，需在邮件主题栏中写明参赛呼号和组别。

竞赛奖状：由竞赛委员会根据当年比赛规程向各组别优胜者颁发 WAP 奖状和奖牌。奖励和处罚名单将于每年 10 月 1 日前后公布在木兰围场 DX 俱乐部的网页上。有关比赛细则和信息请查阅木兰围场 DX 俱乐部网站。中国各省、自治区、直辖市缩写字母对照见表 4-2。

表 4-2 中国各省、自治区、直辖市缩写字母对照表（来源于 GB/T2260-2007）

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 北京 | Beijing | BJ | 广东 | Guangdong | GD |
| 天津 | Tianjin | TJ | 广西 | Guangxi | GX |
| 河北 | Hebei | HE | 海南 | Hainan | HI |
| 山西 | Shanxi | SX | 重庆 | Chongqing | CQ |
| 内蒙古 | Nei Mongol | NM | 四川 | Sichuan | SC |
| 辽宁 | Liaoning | LN | 贵州 | Guizhou | GZ |
| 吉林 | Jilin | JL | 云南 | Yunnan | YN |
| 黑龙江 | Heilongjiang | HL | 西藏 | Xizang | XZ |
| 上海 | Shanghai | SH | 陕西 | Shaanxi | SN |
| 江苏 | Jiangsu | JS | 甘肃 | Gansu | GS |
| 浙江 | Zhejiang | ZJ | 青海 | Qinghai | QH |
| 安徽 | Anhui | AH | 宁夏 | Ningxia | NX |
| 福建 | Fujian | FJ | 新疆 | Xinjiang | XJ |
| 江西 | Jiangxi | JX | 台湾 | Taiwan | TW |
| 山东 | Shandong | SD | 香港 | Hongkong | HK |
| 河南 | Henan | HA | 澳门 | Macau | MO |
| 湖北 | Hubei | HB | 注1：黄岩岛属海南省 | | HI |
| 湖南 | Hunan | HN | 注2：东沙岛属台湾省 | | TW |

2.全国青少年业余无线电通信比赛

这是由中国无线电和定向运动协会（CRSOA）负责组织的全国性比赛，参赛对象主要是中、小学生。

比赛时间和地点：一般利用暑假期间，在全国范围内择地集中举行。

比赛项目：对讲机通信、抓抄呼号（通过短波收信机抄收同时播发的多路 CW 或 SSB 模拟业余电台呼号）、收听业余卫星信号、电子制作（制作简易卫星接收天线等规定器材）、户外应急通信站架设等。

从 1993 年开始，我国已连续二十多年举办全国青少年业余无线电通信比赛，目的是鼓励青少年参加业余无线电活动，普及无线电通信知识。比赛内容根据业余电台活动的发展情况而定，SSTV 图像通信、短波电台 QSO 等都曾被列为竞赛项目。

有关全国青少年业余无线电通信比赛的详细信息，可查阅国家体育总局航空无线电模型运动管理中心网站以及中国无线电和定向运动协会网站。

3.全国业余无线电应急通信演练比赛

该项赛事由中国无线电协会业余无线电分会（CRAC）组织，内容有搭建短波和超短波应急通信站、进行模拟和数字通信等内容。详情可查阅 CRAC 官方网站。

4.业余无线电测向（ARDF，Amateur Radio Direction Finding）比赛

ARDF 是国际业余无线电联盟（IARU）积极开展的活动之一，每两年举办一届世界锦标赛，IARU 一区和三区也定期举办分区国际比赛。我国业余无线电测向运动从 1961 年开始至今已有近六十年历史，测向比赛已成为传统体育赛事之一。现在，全国和许多省市每年

都举办不同形式的测向赛事，吸引着大量青少年和无线电爱好者。

（1）全国无线电测向锦标赛。

比赛项目和世界锦标赛一致，参加对象为高中以上的青少年和成年测向爱好者，比赛项目主要有 144MHz（2m）波段测向、3.5MHz（80m）波段测向、定向猎狐（根据地图引导，用测向机寻找微功率发信机），以及组装测向机等。测向运动的直线距离超过 5km，比赛一般选择丘陵地带或大型森林公园，需利用自带的无线电测向机寻找 4～5 个隐蔽电台，对参赛者的体力、运动能力和测向技术要求较高。

（2）全国青少年无线电测向锦标赛。

参赛对象主要是中、小学生，一般在较大的城市公园或校园内举行。比赛项目有短距离 144MHz（2m）波段、3.5MHz（80m）波段测向和定向猎狐，以及组装测向机等。测向比赛要求在十多个连续发射 CW 电台呼号的隐蔽电台中寻找指定的若干电台，对参赛者体力、灵敏性以及测向技巧有一定的挑战，趣味性较强。

有关全国业余无线电测向比赛的资讯，可登录中国无线电和定向运动官网查阅。

## 4.3 IOTA“空中之岛”活动

成千上万的岛屿遍布于世界各地，“上岛去”“和岛屿电台联络”，这是无数爱好者追逐的目标。1964 年，英国著名的短波收听爱好者 Geoff Watts 提出了 IOTA“空中之岛”活动计划（Islands On The Air）。1985 年，英国无线电协会 RSGB（Radio Society of Great Britain）接管并完善了这一计划，成立了 IOTA 委员会。这是一个旨在鼓励业余无线电爱好者与全世界岛屿业余电台联络的活动。根据地理位置，IOTA 委员会将全世界的海岛划分为 1200 个左右的岛组，赋予有业余电台活动的岛组以特定的编号，并设计了奖项，制定了竞赛规则。

### 4.3.1 IOTA 岛屿编号

IOTA 活动对岛的定义是，这些岛屿不能位于河流、内陆的湖或内陆的海中，必须与大陆有一定的距离（低潮时与大陆最近点不少于 200m），岛的任意方向上的直径不小于 1km 或其能在 1：1000000 的地图上被表示出来。岛组根据官方颁布的名字或其地理位置命名。如《IOTA 岛屿录》中我国的“黄岩岛”是按其正式的岛名命名，而“江苏省岛组”是根据这些岛的归属地命名的。

有业余电台或业余无线电 DX 远征队在这些岛上进行联络活动，并达到一定数量后，RSGB 将为该岛组确定一个编号。编号以世界各大洲为单位，由该洲的英文缩写加序号组成，序号以申请先后排列。如“江苏省岛组”编号为 AS-135（AS 为“亚洲”缩写，135 为顺序号）。

世界上所有岛屿都能从《IOTA 岛屿录》（IOTA Directory，可向 RSGB 邮购）中查到，而是否有过业余无线电联络则从其有无编号可以得知。在 RSGB IOTA 的网站上也能查询到岛组的简要情况及近期该岛组的业余无线电活动的记录。我国除钓鱼岛以外所有的岛组目前均已获得编号，我国岛屿的 IOTA 编号表见附录 22。

### 4.3.2 IOTA 奖状

通过联络获取的印有岛名、IOTA 编号以及 QSO 情况的 QSL 卡片是爱好者参加 IOTA 活动的凭证，同时爱好者可以向 RSGB 申请奖状。联络并获取 100 张来自世界不同岛组的 QSL 卡片是申请奖状的基本条件。IOTA 奖状共有 18 项：IOTA100（即 100 个不同 IOTA 岛组）、IOTA200、IOTA300、IOTA400、IOTA500、IOTA600、IOTA700；IOTA 亚洲、非洲、大洋洲、南美洲、北美洲、欧洲、南极洲、西印度群岛、不列颠群岛、北极群岛和 IOTA 世界奖状。另外还有 IOTA750 奖牌及 1000 IOTA 荣誉奖等难度更高的奖励。

申请 IOTA 奖除须准备好 QSL 卡片外，还须有申请表、交给检查人适当的费用及返回

QSL 卡片的邮资。详情可从 RSGB TOTA 的网站获得。

**4.3.3　IOTA 活动常用频率**

IOTA 活动，SSB 的频率是 14.260MHz、28.460MHz、24.950MHz、21.260MHz、18.128MHz、7.055MHz 和 3.755MHz；CW 频率是 28.040MHz、24.920MHz、21.040MHz、18.098MHz、14.040MHz、10.115MHz 和 3.530MHz。

CW 在 7MHz 波段上没有特定的频率，但在对北美开通时一般推荐在 7.025MHz 以上工作。

上述频率并非为 IOTA 网络或岛屿联络所专用，而是在没有冲突的前提下正常地共用这些频率。IOTA 远征并不一定使用这些频率，应以远征公告的工作频率为准。

**4.3.4　IOTA 远征**

IOTA 远征是激动人心的活动。每年都有许多 HAM 克服种种困难，来到分布于世界各地的海岛上活动，IOTA 远征为全世界的爱好者创造了十分珍贵的联络机会。

由于海岛多数远离城镇，交通不便甚至缺乏必要的生存条件，要想进行一次成功的 IOTA 远征，必须要有周密的计划和充分的准备，同时也离不开远征团队的团结协作。

首先，对准备前往岛屿的交通情况、自然条件要有必要的了解，要办妥登岛的必要手续。

要根据岛屿的条件及远征目标准备好比较充足的生活必需品，包括帐篷、睡袋、桌椅等生活设施和淡水、食品、必要的药品等。要考虑到可能遭遇狂风、暴雨等恶劣气候，备有足够的绳索、锚具及相关工具。

通信器材的准备更应十分仔细。所有的器材及连接线缆都要在装箱前通电试用；全部装备，大到收发信设备、发电机等电源设备、天线及立杆、电缆，小至每根连接线、每个插头，甚至备用的纸质 LOG 和笔，以及必要的架设、检修用的器材、仪表、工具等都要逐项列表，仔细检查，一一清点，包装装箱。绝不能因为准备阶段的小小疏漏而导致整个远征计划的失败。

远征队成员之间要有明确分工。许多岛屿路途遥远，且岛上无交通工具可用，对参加者的体能往往是很大的挑战。

在互联网上提前公布远征计划是非常必要的。你可以把自己的远征计划发布在国内外一些网站上，如 425DX News、Daily DX 等。

如果是到尚未取得 IOTA 编号的或是因为受地理、政治及批准许可方面的原因而困难的岛屿上操作，应该事先与 IOTA 委员会或 IOTA 活动管理人取得联络，以得到必要的帮助并便于 IOTA 委员会能承认你以后的操作。这种情况下，IOTA 委员会会要求远征者提供登岛证明和操作许可的证明。

一个新编号的确认，通常是在远征队开始业余无线电联络，并累积一定的联络数量以后由 IOTA 管理人宣布的。此时的新编号并未正式生效，必须等待远征队提供要求的证明文件以后，IOTA 委员会才会正式接受新的编号。而对那些稀有的、困难的远征，IOTA 委员会以及相应的 DX 基金会还有可能提供一定的器材或经费的赞助。

有条件的话，可以把 LOG 立即公布在互联网上，便于爱好者查对，发现有误可及时补救，并有效地减少重复联络的发生。

要认真做好事后的 QSL 卡片回复处理工作。对于一次成功的 DX 远征，交换 QSL 卡片的工作可能会延续三五年甚至更长，对此，组织者要有充分准备。

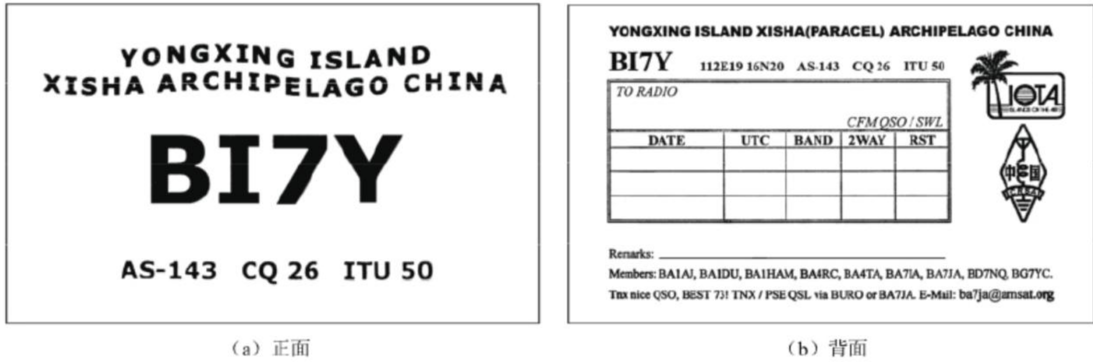
IOTA 活动的 QSL 卡片除通常的内容外，还有一些特别的要求。

（1）可以引用 IOTA 标识，但不可做尺寸比例和内容上的改变。

（2）岛屿的名字须特别标明。如果要加上 IOTA 岛组编号，则应对照《IOTA 岛屿录》以避免差错。

（3）要标明本次 DX 远征操作的起止时间，保证此卡片仅对本次活动有效。

IOTA 活动的 QSL 卡片式样如图 4-1 所示。




（a）正面　（b）背面

图 4-1 IOTA 活动的 QSL 卡片式样

### 4.3.5 IOTA 竞赛

每年 7 月最后一个周末的星期六 1200 UTC 时至星期日 1200 UTC 时，是世界 IOTA 竞赛时间。

竞赛有 3 种参加对象：IOTA 岛屿业余电台、全世界非岛业余电台和 SWL 收听台。对于 IOTA 岛屿台，每一次联络都要求给出信号报告、从“001”开始递增的 QSO 序数和 IOTA 岛组编号；对于非岛台，则要求给出信号报告和 QSO 序数。

竞赛基本得分：非岛台与一个 IOTA 台联络得 15 分；IOTA 岛台与非岛台及本岛组其他台联络得 3 分，与其他岛台联络得 15 分。

增值系数：每个波段上用 CW 方式联络的不同的 IOTA 台总数加上用 SSB 方式联络的不同的 IOTA 台总数之和。

竞赛总分为基本分和增值系数之乘积。

在一个波段上对同一电台可用 CW 和 SSB 方式各联络一次。

IOTA 竞赛波段是 3.5MHz、7MHz、14MHz、21MHz 和 28MHz。竞赛应遵守 IARU 波段划分规定，CW 在每个波段的低端工作。按照竞赛的习惯，一般不在 3560～3600kHz、3650～3700kHz、14060～14125kHz 和 14300～14350kHz 工作。

竞赛设有不同的项目。

（1）按操作方式分，有 CW、SSB 和混合模式 3 类。

（2）按时间可分为 12 小时和 24 小时两类。其中 12 小时方式不要求连续工作，但一次操作最短时间为 60 分钟。

（3）按电台发射功率分，有高功率（HP）、低功率（LP，最大功率输出 100W）、QRP（输出最大功率 5W）3 类。任何不标明其发射功率的电台均视为高功率。

（4）按操作人员分，有单人有协助（允许从 DX 网络中被动地获取信息）、多操作员单发信机、短波收听 3 类。其中多操作员限于 24 小时混合模式并可有限使用双发信机（第二发信机仅用于发现和呼叫可增加系数的电台，不可用于主动呼叫和联络，比如呼叫“CQ”或“QRZ”。用第二发信机联络的非新增系数台不计分），也可从 DX 网络中被动地获取信息。“多操作员”方式应有一份完整的联络日志（LOG）。

联络日志最好使用电子文档，通过电子邮件或邮寄递交。电子 LOG 最好使用 Cabrillo 格式（Cabrillo 格式如表 4-1 所示，也可查阅其他有关业余电台竞赛网站）。

LOG 应在当年 9 月 1 日之前递交。电子 LOG 以电子邮件的附件方式发送至 iota.logs@rsgb.org，注意邮件主题仅需有你的竞赛呼号。

收听台的得分基于上述联络竞赛。递交的 SWL 报告需按波段分开，每条记录要有时间、听到的电台呼号、RST、序号、其发出的 IOTA 编号、与其联络的电台的呼号、增值系数及

QSO 得分。特别要指出的是，在一条记录之后，要求必须有另外两个以上此台与其他电台的 QSO，或相隔 10 分钟后，才可有新的收听记录。QSO 的双方都被听到，可以分别记分。

对于违反规则或竞赛精神的台，将被扣分甚至丧失竞赛资格。这主要是指如 IOTA 岛台拒绝与本国电台联络、通过第三方利用网络或互联网列表进行联络、在 SSB 频率上用 CW 联络以增加系数、岛台不是在每次联络时都给出 IOTA 编号等行为。

竞赛的情况和参加者的主观成绩列表将于当年 9 月 30 日通过 RSGB 网站公布, 正式结果于当年 10 月中旬发表在 RSGB 的《无线电通信》杂志（RedCom）和上述网站上。RSGB 将对每个大陆，按不同的范围和项目，为优胜电台颁发奖励证书。

岛屿台可能同时又符合后面所定义的“DX 远征台”，并可争取得到 DX 远征的奖励和证书。

IOTA“DX 远征”应符合以下条件之一。

所在岛屿仅能通过船或空中到达（能通过人工或天然的桥或堤到达的岛不在此列）。没有常住在此的操作员, 操作员携带所有的设备和天线, 电台的任何部分都不依赖于常住居民, 且“100W IOTA 岛屿 DX 远征台”规定平均每个波段只有一个单元的天线（如双极、垂直天线），而高功率 DX 远征台对天线没有限制。

对于 IOTA“DX 远征”的参赛队伍，必须在递交的成绩报表上标明。RSGB 竞赛委员会为远征的参赛队设立了专门的“远征”证书和奖励。

注：具体规则每年都可能会发生细微的变化，在参赛前应访问 RSGB 网站以获得当年的规则文本。

## 4.4 FCC 业余无线电执照资格考试

在任何国家和地区操作业余电台都需要持有符合当地法规的电台执照。改革开放 40 多年来，我国已有很多爱好者走出国门，参加了多种境外业余无线电活动，诸如德国、日本、美国等国家一年一度举办的业余无线电节，以及由多国 HAM 组成的 IOTA、DX 远征、业余无线电竞赛团队等等。在参加这些活动时，如果拥有当地或当地无线电管理机构认可的第三方操作电台执照，就能减少办理资格认证与执照更换手续所用的时间，相当方便。

FCC 业余无线电执照是美国无线电管理机构颁发的业余无线电执照。

FCC 是美国联邦通信委员会（Federal Communications Commission）英文名的缩写。FCC 负责监管美国的业余无线电业务，颁发业余无线电执照。要获得执照和属于自己的业余电台呼号，爱好者们必须通过 FCC 资格考试。FCC 业余无线电执照并不限于美国公民，各国爱好者都可以通过考试获得。执照的有效期为 10 年。

FCC 考试是由其认可的业余无线电爱好者志愿组织实施的。这样的志愿者组织统称为 VEC（Volunteer Examiner Coordinators），比较著名的有 W5YI VEC，他们为各国爱好者提供考试服务。VEC 不仅根据爱好者的愿望和地区分布适时组织考试，他们还负责管理志愿考官（VE），并负责将考试结果向 FCC 报告，助其完成发照工作。

我国爱好者也组织了一个 FCC 考试志愿者团队，称为 W5YI VEC 的中国考试小组。这样，中国爱好者无须跨出国门就可以参加考试并获得 FCC 业余无线电执照，同时也为在中国生活、工作或学习的国外爱好者提供了方便。

由于志愿者是利用闲暇时间来完成这一任务的，所以考试的时间和地点并不固定。要参加考试，爱好者可以加入 QQ 群“FCC EXAM”，或关注业余无线电论坛 hellocq 的 DX 板块，及时获得组织考试的信息。

虽然 FCC 颁发执照是免费的，但是考试小组会根据 W5YI 的规定，收取极少的费用。FCC 考试不可以越级，但是可以在通过一级之后当场申请升级考试。如果升级通过，则无须再次交费。有不少爱好者一次就通过了三级考试，直接成为 Amateur Extra。

FCC 业余无线电资格共分 3 个等级，分别是“Technician”“General”和“Amateur Extra”。我们可将 Technician 理解为入门资格，持有执照便拥有 VHF 和 UHF 波段的所有操作权力。升级为 General 之后，爱好者可以运用常见联络模式操作 30MHz 以下的大部分业余波段。Amateur Extra 是 FCC 高级资格，持照爱好者可以操作全部业余波段。

FCC 考试的内容涵盖法规、业余电台联络实践和通信电子技术。尽管难度不算很高，但涉及面很广。业余无线电包罗万象，仅技术层面便涉及电工原理、高低频电子线路、通信理论、天线馈线、电波传播、安全防护，以及设备的调测与维护等。此外，具备一定的英语能力是必需的，因为 FCC 考试的试题是英文的。为了便于爱好者有针对性地进行复习，ARRL 向爱好者提供复习题库。题库与资格等级相对应，包含考试中可能遇见的全部题目。当然，执照的等级越高，考试的难度也就越大。

要通过 Technician 考试，需答对 35 道试题中的 26 道。要通过 General 考试，需答对 35 道试题中的 26 道。要通过 Extra 考试，需答对 50 道试题中的 37 道。题库可从 ARRL 网站下载。

试题所涉及的法规为“FCC PART 97”。这是美国业余无线电业务的具体管理规定，包括“一般规定、台站操作标准、特殊操作、技术标准、应急通信规定，以及资格考试体系”等章节。作为考试参考材料，ARRL 网站也提供 PART 97 的 PDF 文本。

需要注意的是，FCC 业余无线电执照在我国是无效的，中国业余无线电爱好者不可以使用美国呼号在国内操作业余电台。

# 第 5 章  怎样运用不同的业余波段

面对 20 多个业余波段，究竟该用哪一段？春夏秋冬、阴晴雨雪对通信会有什么影响？在你打算对这些问题亲自体验一番之前，应该对无线电波的传播规律及各业余波段的特点等先做些“调查研究”，这样才能事半功倍。

## 5.1  无线电波的传播方式

无线电波以每秒 30 万千米的速度离开发射天线后，经过不同的传播路径到达接收点。人们根据这些各具特点的传播方式，把无线电波归纳为 4 种主要类型。

（1）地波，这是沿地球表面传播的无线电波。

（2）天波，也即电离层波。地球大气层的高层存在着“电离层”。无线电波进入电离层时其方向会发生改变，出现“折射”。因为电离层折射效应的积累，电波的入射方向会连续改变，最终会“拐”回地面，好像镜子那样，无线电波会被电离层反射回地面。我们把这种经电离层反射而折回地面的无线电波称为“天波”。

（3）空间波，由发射天线直接到达接收点的电波，被称为直射波。有一部分电波是通过地面或其他障碍物反射到达接收点的，被称为反射波。直射波和反射波合称为空间波。

（4）散射波，当大气层或电离层出现不均匀团块时，无线电波有可能被这些不均匀媒质向四面八方反射，使一部分能量到达接收点，这就是散射波。

业余无线电通信的足迹遍及各种传播方式。短波远距离通信靠的是天波传播，超短波和空间通信主要依靠空间波，而散射波则是超短波远距离通信实验的重要载体。地波传播一般只用于低波段和近距离通信，这也正是超低频通信实验以及移动通信实验的重要对象。

## 5.2  电离层与天波传播

### 5.2.1  电离层概况

在业余无线电中，短波波段的远距离通信占据着极重要的位置。短波段信号的传播主要依靠的是天波，所以我们必须对电离层有所了解。

地球表面被厚厚的大气层包围着。大气层的底层部分是“对流层”，其高度在极区约为 9km，在赤道约为 17km。在这里，气温除局部外总是随高度的上升而下降。人们常见的电闪雷鸣、阴晴雨雪都发生在对流层，但这些气象现象一般只对直射波传播有影响。

离地面 10～50km 的大气层是“同温层”。它对电波传播基本上没有影响。

离地面 50～400km 高空的空气很少流动。在太阳紫外线强烈照射下，气体分子中的电子挣脱了原子的束缚，形成了自由电子和离子，即电离层。由于气体分子本身质量的不同以及受到紫外线不同强度的照射，电离层形成了 4 个具有不同电子密度和厚度的分层，每个分层的密度都是中间大两边小。

离地面 50～90km 的大气层称作 D 层。D 层白天存在，晚上消失。D 层的密度最小，对电波不易反射。当电波穿过 D 层时，频率越低被吸收得越多。

离地面 90～140km 的大气层是 E 层。通常情况下 E 层的密度也较小，只有对中波可以反射。在一些特定条件下，E 层有可能反射高频率的无线电波。在盛夏或是隆冬，E 层对电波的反射现象总是有规律地出现，你可以清楚地接收到远距离小功率电台发射的信号，而且可以发现可听到的范围是在有规律地变化。所以，爱好者们总是抱着极大的兴趣对这种不稳定的 E 层进行观测研究。

高空 200～300km 的大气层是 F1 层，300～400km 的是 F2 层。夏季以及部分春秋季的白天，F1 层和 F2 层同时存在，且 F2 层的密度最大。到了夜晚，F1 和 F2 合并成一个 F2 层，高度上升。F2 层对电波的反射能力最强，它的存在是短波能够进行远距离通信的主要

条件。

电离层示意图如图 5-1 所示。

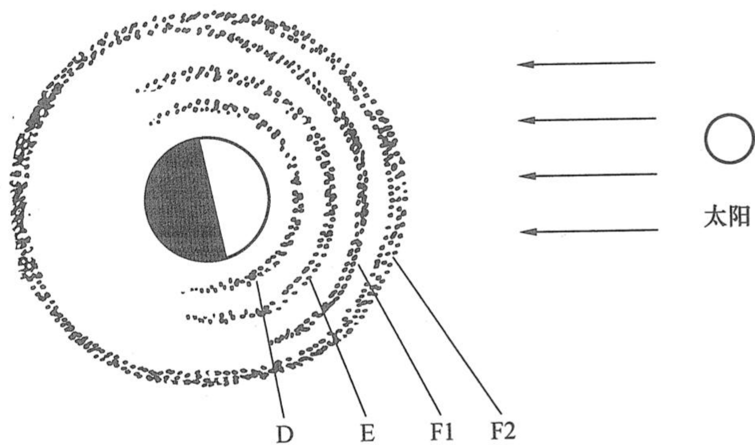



图 5-1 电离层示意图

### 5.2.2 电离层对电波传播的影响

电波在均匀媒质中和光波一样是直线传播的。但如果媒质的密度不一样，当电波由某一密度的媒质进入另一密度媒质时，在两种不同密度媒质的分界面上，传播方向要发生变化，如同我们观看半插入水中的直筷似乎是弯的那样，这种现象称为电离层对无线电波的折射。

电离层的密度总是两侧小中间大，这就使得进入电离层的电波方向会被连续折射，最终又离开了电离层而返回地面。我们把电离层等效为一个假想的反射面，而把电离层对电波的这种影响称为反射。人们发现，当电波以一定的入射角到达电离层时，它也会像光学中的反射那样以相同的角度离开电离层。显然，电离层越高或电波进入电离层时与电离层的夹角越小，电波从发射点经电离层反射到达地面的跨越距离越大。这就是利用天波可以进行远程通信的根本原因。而且，电波返回地面时又可能被大地反射而再次进入电离层，形成电离层的第 2 次、第 3 次反射，如图 5-2 所示。

由于电离层对电波的反射作用，使本来是直线传播的电波有可能到达地球的背面或其他任何一个地方。电波经电离层一次反射称为“单跳”。单跳的跨越距离取决于电离层的高度和电波进入电离层的入射角度。电波进入电离层的入射角度取决于天线的结构形式和天线离地面的高度，而电离层的高度则与时间和季节有关。单跳距离的估算可以参照图 5-3。

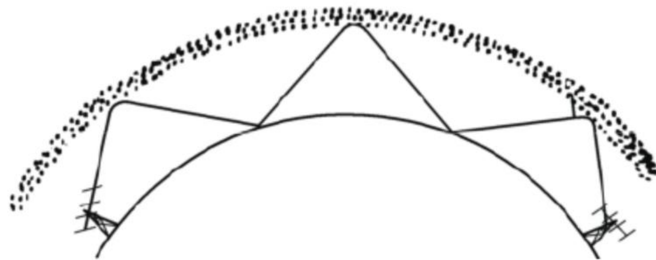


图 5-2 电离层对电波反射的示意图

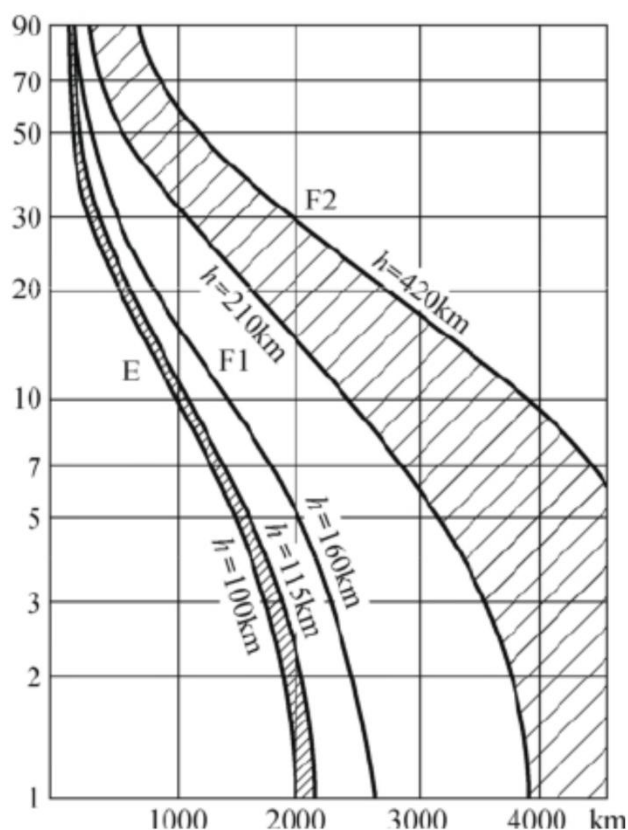


图 5-3 单跳距离的估算

电离层对电波的反射作用和电波的频率以及电离层本身的密度有关。电波的频率越低越容易被反射：长波、中波、短波可以被反射，超短波、微波在一般情况下只能穿透电离层而不返回地面。电离层的密度越大对电波的反射作用越强：F2 层的电子密度最大，它对电波的反射作用最大；凌晨时分电离层密度最小，只有低频率的电波才有可能被反射，其余都穿透出去了。

电离层对无线电波有吸收作用。当电波进入电离层后，电离层内的自由电子受到电波的作用产生运动，与气体分子发生碰撞并消耗能量。这个能量是电波供给的，也即电波通过电离层时要消耗能量。这种现象称为电离层对电波的吸收。电离层对电波吸收作用的大小主要决定于电子密度和无线电波的频率。工作频率越低、电离层密度越大，吸收作用也就越大。

所以，从昼夜来说，白天比夜间吸收大；从季节来说，夏季比冬季吸收大。由于电离层高度及密度的变化，电波在被反射过程中极化方向会发生旋转，接收到的信号强度会有或快或慢的周期性起伏变化，人们称之为“衰落现象”。

## 5.3 太阳黑子的影响

太阳黑子（Sunspot）的活动与电离层密度有着密切关系。黑子多的时候电离层密度大，因而短波的高频段要好用些；在黑子活动少的时候低频段好用些。当太阳黑子突然爆发时，会引起电离层的骚动，使短波通信中断。

太阳黑子的活动是有规律的。它大约以 11 年为一个周期，活动水平最高时称为黑子活动高峰期，活动水平最低时称为黑子活动低谷期。

## 5.4 怎样利用几个不同的主要业余波段

### 5.4.1 160m 波段（1.8～2.0MHz）

这是一个属于中波（MF）波段的业余频段。应该记住，业余无线电通信的前辈们就是

从这些低频率开始为人类做出巨大贡献的。

这个波段的电波以地波传播为主。一般来说，地波传播的最大距离只有 250km，所以在太阳黑子活动的一般年份，这个频段只能用于本地、附近地区间的通信。但大量实践证明，在冬季黎明前的一两个小时内，在太阳落山前的一小时内，它有可能传播到几千千米以外的地方。每年一二月份的各种 160m 波段国际比赛，为热衷于这个波段通信的爱好者提供了大显身手的好舞台。

各国对这个波段的划分使用存在一些差别，如中国、美国、英国都是 1.8～2.0MHz，澳大利亚是 1.8～1.860MHz，而新西兰则分为 1.803～1.813MHz 和 1.875～1.900MHz 两段。所以我们常需用“异频工作”方式来弥补各国规定上的不同，比如我们要和澳大利亚联络，就可在高于 1.860MHz 的频率上发射，而在低于 1.860MHz 的频率上收听。

5.4.2　80m 波段（3.5～3.9MHz）

这是属于 HF 段中频率最低的业余频段，也是一个最有利于初学者以较低的成本自制收发信设备的频段。和 160m 波段一样，它一般也是靠地波传播，晚上和邻近国家的联络比较有保障。在太阳黑子活动相对平静的年份，晚上 DX 的效果相当不错，白天由于电离层的反射有时也能达到 300km 远的地方。

应该了解，3.735MHz 是国际规定的慢扫描电视（SSTV）信道。

80m 波段和 160m 波段在夏季都会受到几百千米之内雷电干扰以及非业余电台的干扰。

5.4.3　40m 波段（7.0～7.1MHz）

这是一个专用的业余波段。在太阳黑子活动水平较低的年份，白天这个波段可以很好地用于省内或邻近省份业余电台相互间联络。到了太阳黑子活动高峰年，就有可能只能和本地电台联络。晚上或是傍晚和清晨，在这个波段上可以联络到世界各地的电台。

各个国家对这个波段的规定也有所不同，比如美国可使用 7.0～7.3MHz，其中 7.15～7.3MHz 可以用语音（话）工作，而 IARU 第 3 区只能用 7.0～7.2MHz。我国内地和澳门特别行政区为 7.0～7.2MHz，而香港特别行政区不对业余业务开放这一频段。

5.4.4　20m 波段（14.0～14.35MHz）

这是爱好者使用最多的“黄金”频段之一，许多国家规定有了高等级执照才能在这个频段上工作。无论是白天还是晚上，甚至在太阳黑子活动的高峰期，也还能够用这个波段和世界各地联络。和前面介绍的波段不同，这个波段开始出现“越距现象”了，即出现了一个地波传播到达不了，而天波一次单跳又超越了过去的，电波无法到达的“寂静区”（图 5-4）。这是天波传播的一个特有现象。受越距现象影响的主要是省内或邻近省电台之间的联络，比如北京和天津等地，南京和镇江、苏州、上海等地在多数情况下都不能用 20m 波段进行联络。但由于电离层处于不断变化之中，所以寂静区的范围不是固定不变的。

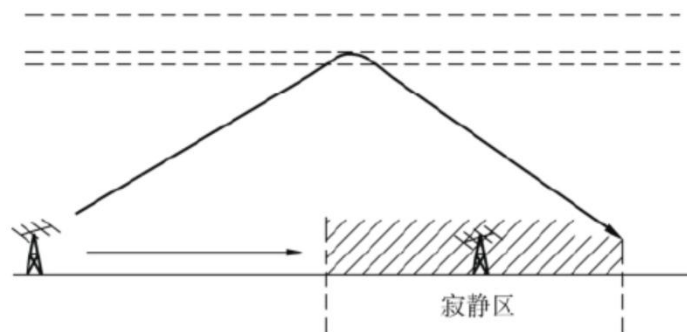



图 5-4 越距现象

5.4.5　15m 波段（21.0～21.45MHz）

这是一个最热闹的波段，世界范围内大量的新手也都活跃在这个频段里。在太阳黑子活

动的低谷期，15m 波段可以很好地用于远程通信，即使在太阳黑子活动的高峰期，它也是比较可靠的。而且，它常与 20m 波段相辅相成，比如在 20m 波段上与欧美联络不好了，此时在 15m 波段上联络却变好了。

15m 波段的越距现象更加明显，尤其是在隆冬和盛夏季节，听本省或国内电台是很困难的。

这个波段上有很多小功率电台活动。

如日本在 21.210～21.440MHz 中分配了 24 个频道专门供 5W 以下的小功率电台使用。

### 5.4.6　10m 波段（28.0～29.7MHz）

这是一个理想的低功率远距离通信波段，甚至在太阳黑子活动的高峰期也是如此。这个频段开通时（即传播情况比较好时）能达到像打电话那样的通信效果。

由于频率比较高，晚上电离层较小的密度已不能对其形成反射，所以这个频段的远程通信一般只能在白天。10m 波段的天线设备是整个短波中尺寸最小的，而传播过程中的绕射能力又比超短波的强，所以许多爱好者在中、近距离上用这个波段进行移动通信。

在 10m 波段上，28.0～28.2MHz 一般用于电报，28.2～28.25MHz 是世界范围的 10m 波段业余无线电信标台（Beacon），28.25MHz 以上一般用于话，而 29.4～29.5MHz 是业余卫星通信用的频率。

### 5.4.7　6m 波段（50～54MHz）

6m 波段属于 VHF（甚高频）频段，其传播方式接近于光波，在视距范围内能保证可靠的通信。许多国家建有爱好者共用的 6m 波段自动中转系统，如澳大利亚爱好者利用它可以用手持式对讲机进行环澳大利亚通信。

人们在大量的通信试验中发现，6m 波也可以进行远距离通信。比如，我国苏州市的爱好者就在这个波段上同澳大利亚等几十个国家的业余电台联络过；又比如，澳大利亚爱好者经常能在当地收到我国江苏电视台一频道的信号（48.5～56.5MHz）。这是怎么回事呢？这是因为在大气层底部的对流层中，各种气候现象产生了许多冷热气团的环流，而大气层上部的同温层却不受其影响。这种大气物理特性的不均匀改变了甚高频电波的方向，使其沿着对流层和同温层之间的“夹层”传向远方。这种现象也被称为“大气波导”。在微波波段，电磁波的传输往往要用一种叫“波导管”的器件。这种金属管子内壁光亮如镜，电磁波在里面由管壁连续反射跳跃前进。这和我们所说的“对流层传播”十分相似（图 5-5）。当然，这种被称为“对流层传播”的现象是受气象影响的，因而每次的持续时间不会很长。

现代科学证明，在电离层 E 层的底部会出现一些电子密度不均匀的区域，对于频率为 40～60MHz 的无线电波有较好的散射作用。它的作用距离达 1000～2200km，有衰落现象，但不受电离层骚扰影响。现代科学还证明，每昼夜有数以千亿计的流星进入大气层。这些流星在 80～120km 的高空烧毁，形成一条细而长的电离子气体柱并迅速扩散。这对于工作频率为 20～100MHz 的无线电波来讲，也是一个良好的散射媒体。而且由于这种“流星余迹”的散射点高，作用距离可达 2000km 以上。

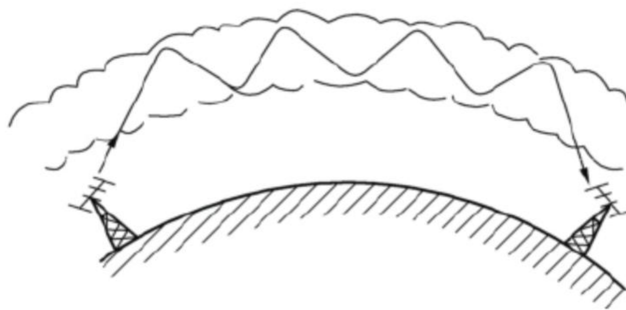


图 5-5 “大气波导”现象

### 5.4.8 2m 波段（144～148MHz）

这也是属于甚高频的波段，其传播更依赖于直接波了。爱好者主要用这个波段进行本地区内的通信。许多国家在这个波段上建有一种被称为“中继台”（Repeater）的自动差转系统，爱好者用手持机通过它的差转可进行远距离通信。我国的 BY1PK 曾经利用这种装置，再通过国际长途转接，成功地进行过长城—BY1PK（北京天坛公园附近）—美国之间手持对讲机和手持对讲机的联络试验。

2m 波段和 6m 波段一样，也有着“不可思议”的近 7000km 的远距离联络记录。气候造成的空气团块或不同的气温层形成了“对流层传播”，而突发性 E 层也为 2m 波段远距离传播创造了条件。和 6m 波段相比，这个波段的对流层传播受气候变化影响更大，而利用突发性 E 层的可能性也更大一些。

2m 波段是业余爱好者进行各种空间通信试验的常用波段。业余卫星的下行频率用的是这个频段，145.810MHz 和 145.990MHz 就是业余卫星“奥斯卡 10 号”的信标发射频率；利用月球反射进行通信的“EME”试验也有在 2m 波段上进行的，等等。

### 5.4.9 70cm 波段（430～440MHz）

属于 UHF 的 70cm 波段是陆上移动通信的“黄金通道”。与 2m 波段相比，70cm 波段的天线可以更加小巧，干扰相对少一些，可使用的频带更宽，在城区里的通信效果也不错，所以受到移动通信爱好者的特别青睐。我国许多城市都设有 70cm 波段的中继台，为爱好者的移动通信实验增添了极大的方便。

虽然 70cm 波段通信主要依靠直接波，但在特殊气象条件下也有可能实现远距离通信。国外爱好者曾使用 70cm 波段创下陆上通信距离 2200 多千米、水面上通信 4000 多千米的纪录。另外，业余通信卫星也常使用这一频段。

应该说明的是，业余业务在 70cm 波段是处于次要位置，我们在使用中不能影响正常使用该频段的其他业务电台。

业余频段一直延伸到微波波段。微波有可能用于远程无线电通信吗？业余爱好者的回答是肯定的，我国已有不少爱好者涉足于 1.2GHz 频段的实验研究并取得了可喜的成就。为了开发利用更高频率的无线电波段，全世界的爱好者都在进行着不懈的探索。爱好者们不断创造利用微波进行远程通信的新纪录，各种新的通信手段以及设备也在被爱好者们不断完善。可以相信，这种宝贵的探索一定会为人类通信事业的发展谱写新的篇章!

## 5.5 业余波段上的信标（Beacons）

为了帮助爱好者了解和研究电波的传播规律，许多国家和地区的业余无线电组织联合在一起，有计划地在世界各地建立了一些信标（Beacons）台，这些信标台 24 小时连续工作，以固定的频率、固定的方式、固定的内容和固定的周期，每 3 分钟发信一次。发信开始，以每分钟 22 个单词（WPM）的速度，用等幅电报的方式发出本台呼号，紧接着的是 4 个各持续 1 秒的等幅信号，每个信号的发射功率依次为 100W、10W、1W、0.1W。表 5-1 列出的是世界各地主要信标台的位置及每逢正点在各频段上开始发信的时间（分：秒）。

表 5-1 世界各地主要信标台情况表

| 呼号 | 所在地 | 频率（MHz） | | | | | 管理者（协会） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14.100 | 18.110 | 21.150 | 24.930 | 28.200 | |
| 4U1UN | 美国 | 00：00 | 00：10 | 00：20 | 00：30 | 00：40 | UNRC |
| VE8AT | 加拿大 | 00：10 | 00：20 | 00：30 | 00：40 | 00：50 | RAC/NARC |
| W6WX | 美国 | 00：20 | 00：30 | 00：40 | 00：50 | 01：00 | NCDXF |
| KH6WO | 夏威夷 | 00：30 | OFF | 00：50 | OFF | 01：10 | NOARG/HARC |
| ZL6B | 新西兰 | 00：40 | 00：50 | 01：00 | 01：10 | 01：20 | NZART |
| VK6RBP | 澳大利亚 | 00：50 | 01：10 | 01：20 | 01：30 | 01：40 | WIA |
| JA21GY | 日本 | 01：00 | 01：10 | 01：20 | 01：30 | 01：40 | JARL |
| RR9O | 俄罗斯 | 01：10 | 01：20 | 01：30 | 01：40 | 01：50 | SRR |
| VR2B | 中国香港 | 01：20 | 01：30 | 01：40 | 01：50 | 02：00 | HARTS |
| 4S7B | 斯里兰卡 | 01：30 | 01：40 | 01：50 | 02：00 | 02：10 | RSSL |
| ZS6DN | 南非 | 01：40 | 01：50 | 02：00 | 02：10 | 02：20 | ZS6DN |
| 5Z4B | 肯尼亚 | 01：50 | 02：00 | 02：10 | 02：20 | 02：30 | ARSK |
| 4X6TU | 以色列 | 02：00 | 02：10 | 02：20 | 02：30 | 02：40 | IARC |
| OH2B | 芬兰 | 02：10 | 02：20 | 02：30 | 02：40 | 02：50 | SRAL |

续表

| 呼号 | 所在地 | 频率（MHz） | | | | | 管理者（协会） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 14.100 | 18.110 | 21.150 | 24.930 | 28.200 | |
| CS3B | MADEIRA岛 | 02：20 | 02：30 | 02：40 | 02：50 | 00：00 | ARRM |
| LU4AA | 阿根廷 | 02：30 | 02：40 | 02：50 | 00：00 | 00：10 | RCA |
| OA4B | 秘鲁 | 02：40 | 02：50 | 00：00 | 00：10 | 00：20 | RCP |
| YV5B | 委内瑞拉 | 02：50 | 00：00 | 00：10 | 00：20 | 00：30 | RCV |

由于设备等原因，个别信标台也可能会工作不正常。你可以把监听报告发到 DX Summit 网站。

关于信标台的最新情况，也可登录美国北加利福尼亚 DX 基金会网站了解。

# 第 6 章 业余短波天线

业余无线电通信常用的设备包括天线、收发信机、数据通信用的辅助设备（如计算机、调制解调器及终端控制器 TNC）、调试测量用的仪器仪表等许多方面。天线则是爱好者们施展才能的一个广阔天地。无数爱好者凭着自己的聪明才智和执着追求，创造了许多性能优良的天线，促进了这一技术的进步和发展。虽然在日本、美国等发达国家，专用的业余通信器材已形成了相当发达的市场，工厂生产的业余无线电通信设备可以和世界最先进的科技产品相媲美，各种天线产品也几乎是尽善尽美，但是通过自己的实践不断地创造仍然是爱好者们孜孜以求的目标。在我国，业余无线电通信还刚刚起步，发扬“自力更生”的精神有着更加重要的意义。

不论用什么样的收发信设备，天线都是必不可少的，而且自己动手架设天线更是爱好者们必做的功课，现在就让我们从天线开始“自己动手”吧!

## 6.1 天线

### 6.1.1 天线的主要特征

1.天线也是一个谐振回路

在电工学中我们已知道了由电容和电感元件可以组成谐振回路。其中串联谐振回路有以下特点：谐振时回路阻抗最小，且为纯电阻；电路中电流最大，并与电源电压同相……

实际应用的天线，其导体本身就具有一定的电感量，它和大地间又存在着电容。对于收发信机来说，整个天线系统就像一个 LC 串联回路。构成天线的导体的几何尺寸、天线与周围物体以及与大地之间的距离等因素影响着它的电感、电容参数。收信天线对某一频率谐振时，这个频率的电磁波能使天线产生较大的感应电流而使接收机能从众多的信号中很容易就“发现”它；发信天线对某一频率谐振时，发射机能使天线中的电流达到最大，当然信号也就能最有效地发射出去。和 LC 谐振回路一样，当天线发生谐振时，它等效为一个纯电阻。这个电阻包含了天线的辐射电阻和损耗电阻两个部分。我们根据欧姆定律可以推断，当电流一定的时候，辐射电阻越大，发射效率越高。辐射电阻的大小取决于天线的结构形式。损耗电阻是有害的，在实际制作中我们选择导电性能好、表面积尽可能大的材料制作天线，以求得到最小的损耗电阻。谐振时天线的电阻也就是天线的特性阻抗，这是使用天线时必须了解的一个重要参数。

众所周知，用以表征谐振回路特征的“幅度—频率”特性曲线形状有陡、缓之分，有的回路频率响应范围宽，有的则反之。天线也有同样的特征：有的天线可用于比较宽的一个频段，有的则不行。业余通信使用的频率虽然包括了相当宽的范围，但就每个波段而言却都是很窄的，所以业余通信使用的天线大多选用频带窄而效率高的天线。许多淘汰的军用通信机中配用的天线，如 44m、22m 双极式天线等，都不能谐振在业余频段上，对于发射功率不大的业余通信来说效果并不好。

我们都有这样的经验：如果 LC 回路谐振频率不合要求，可以用改变电感或电容数值的办法进行调试。天线也一样，当天线谐振频率不对时，可以调整它的尺寸。如果无法调整尺寸，也可以给天线回路串联或者并联电感电容，这就是“天线调谐”。不过应该知道，这种办法虽然可以使整个回路总体上达到谐振，但天线的效果却并不见得好。可以设想，如果我们继续加大附加的电感电容比例，缩小天线部分，最后不就成了一个名副其实的 LC 回路了吗？这时的“辐射电阻”极小，能量只能在回路内交换吞吐，并不能被发射出去。

2.天线有方向性

不同的天线，对于来自不同方向信号的接收能力和向各个方向发射信号的能力是不一样的。也就是说，各种天线都有其特有的方向特性。把一副天线在水平方向 360°范围内的接

收或发射能力用曲线在极坐标上描绘出来，可以得到这个天线的水平方向图［见图 6-1（a）］。如果把天线在垂直方向各角度上的接收或发射能力用曲线描绘出来，则可以得到这个天线的垂直方向图［见图 6-1（b）］，其中主瓣中线与地面之间的夹角（a）称为发射仰角，这个角度越小，电波经电离层反射传播的距离越远。如果要架设天线，你必须了解所架天线的方向特性，根据通信对象的位置正确地选择运用。本书提供了一个计算通信对象方位角和大圆距离的 BASIC 程序（附录 12），你只需输入自己和对方的经纬度即可得到正确的方位角和大圆距离。

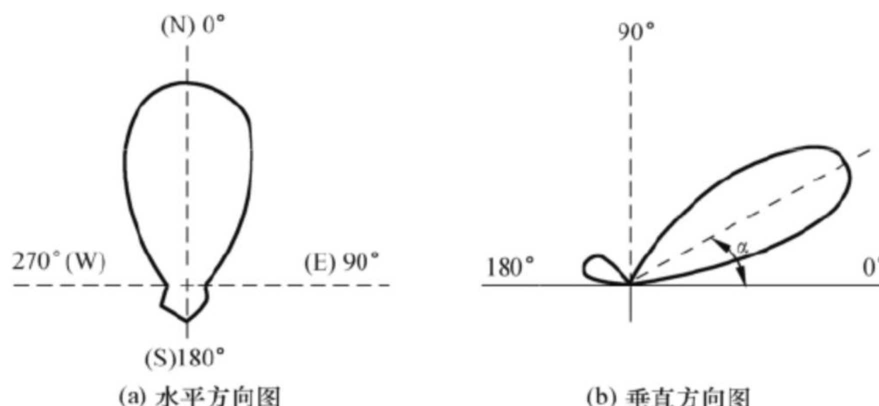



图 6-1 天线方向图

3.阻抗匹配才能安全有效地工作

收信机的输入电路或发信机的输出电路有着各自特定的内阻，即输入阻抗和输出阻抗。不同的天线有着各自不同的阻抗。连接收发信机和天线的电缆也有着特定的阻抗。当天线通过连接电缆与收发信机相连时，天线和电缆之间、收发信机和电缆之间都必须具有相同的阻抗。这是为什么呢？从功率角度讲，只有在负载的阻抗和信号源内阻相同时负载才能得到最大功率。我们可以通过以下的数学推导来理解这一概念。

当一个电源外接一个负载 R 时，电流 I 便流过 R 和电源的内电阻 r（见图 6-2）。

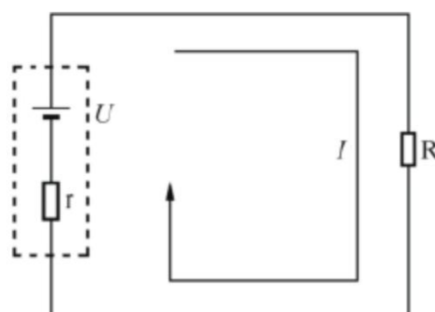



图 6-2 电源负载和内阻

这时负载上得到的功率 $P_L = I^2R$，即

$$P_L = RI^2 = R\frac{(U)^2}{(R+r)^2}$$

$$= \frac{RU^2}{(R+r)^2} = \frac{RU^2}{R^2+2Rr+r^2}$$

为分析方便，我们在分母中加入（＋2Rr-2Rr），并将原式中的＋2Rr 和加入的＋2Rr 合并，就得到了式（6-1）。

$$\frac{RU^2}{R^2+2Rr+r^2}=\frac{RU^2}{(R-r)^2+4Rr} \qquad (6\text{-}1)$$

从式（6-1）中不难看出，当电源内阻 r 一定时，只有负载电阻 R 等于电源内阻 r 时，负载上的功率 PL 才能最大。

同理，当收信机及连接电缆和天线阻抗相配时才能从天线上获得最大信号功率；当发信机及连接电缆和天线阻抗一样时天线才能从发射电路中取得最大功率。

从能量转换的角度讲，我们还可以知道如果阻抗不匹配是很危险的。发信机电路的输出功率是一定的，当负载（天线及连接电缆）与之匹配时，负载获得了电路输出的全部功率，并转换成电磁波形式的能量发射出去。但如果负载和发射电路不匹配时，天线并不能从发射电路中得到其全部功率。根据能量守恒定律可知，这部分从发信机电路送出来的、没有被天线吸收的能量不会自行消失。实际情况是，这一部分能量将消耗在发射机的输出级上，并转换成热能。这种额外的能量将引起输出级元件的迅速升温并导致损坏，造成不可挽回的损失。对于收信机天线来说情况不会这么严重，只是影响收听效果。

所以，如果我们是在进行发射试验，千万不可对此麻痹大意，哪怕只是“一会儿”。

4.天线系统的驻波比

在以上的分析中，我们把天线等效成了一个谐振回路。但如果进一步观察，情况就更为有趣。假如去测量半波偶极天线每一点上的电压和电流值，我们就会发现，天线上电压或电流值的最大点和最小点的位置是固定不变的。电压值最大的点上电流值最小，用欧姆定律计算，该点呈现出非常高的电阻，好像是开路的（电流值为零）；在电流值最大的点上，电压值却为最小，好像这里是短路点，这种现象称为“驻波”，似乎电波在线上是“安营驻扎”不移动的。形成驻波的原因是，高频电波在导体中向前行进，当遇到导体中的不连续点时，它会被反射回来向相反方向移动，形成反射波。如果反射点正好处于电波周期 1/4（或 1/4 的奇数倍）的地方，那么反射波和入射波的相位恰好一样，它们相互叠加，使导体中出现了电压或电流的最大点（又称为波腹）和最小点（又称为波谷）。在这种情况下，导线由于其长度接近或超过波长，被称为长线。你可以试做以下简单观察：在一张薄纸上比较准确地描绘连续 3 个周期以上的正弦曲线，然后在 X 轴上曲线周期 1/4 的奇数倍处画一条垂线，并把纸沿这条垂线对折。对着亮处看一下，被折回去的曲线是不是正好和前面的重合（见图 6-3）。当然实际情况要复杂得多：导体中电压和电流同时存在，电流返回时的流向和入射电流相反，因而导体中各点电流的合成波应为两者之差，等等。但实践和理论推导都可以证明，对于终端是开路的长线，合成电压或电流的分布情况如图 6-4 所示；对于终端是短路的长线，合成电压或电流的分布情况如图 6-5 所示。

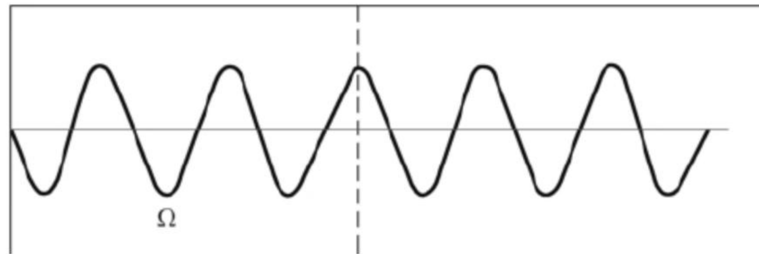



图 6-3 反射波和入射波合成示意图

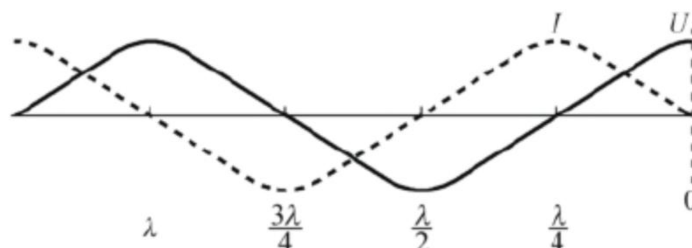



图 6-4 终端开路长线上的驻波

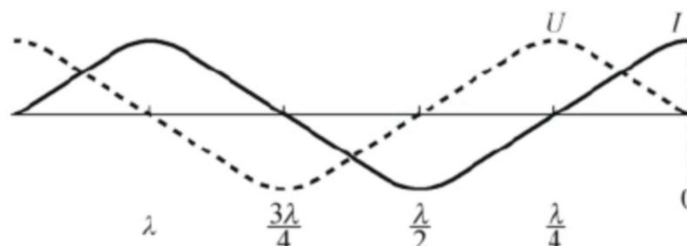



图 6-5 终端短路长线上的驻波

根据以上特性可知，当天线的长度为 1/2 波长时，其电流和电压的分布情况如图 6-6 所示。天线的中点处于电流波腹和电压波谷点，这个点的阻抗就等于电压和电流的比值，也就是说，这个点上有着相对固定的阻抗。把馈电点选在这里，便于和馈线实现阻抗匹配。

对发射机或连接电缆而言，这时天线就等效于一个纯电阻。天线的两端，则是电压的腹点，辐射电阻和损耗电阻正好吸收了全部功率。这种情况和前面从谐振和阻抗匹配的角度所做的分析正好一样。

如果天线的长度不是如上所说，那么从导体端点反射回来的电流（或电压）和原来的就不可能保持一致的相位，整个天线上也就找不到“短路点”或是“开路点”了。这时在馈电点上的阻抗变化很大，难以和负载（馈线或发射机）保持匹配。这样，必然造成电波反射，从天线返回的电波又加到了发射机的输出级上，对输出级造成危害——电流太大可能使功放管烧坏，电压太高则可能使功放管击穿。

为了表征和测量天线系统中的驻波特性，也就是天线中正向波和反射波的情况，人们建立了“驻波比”（SWR）这一概念。

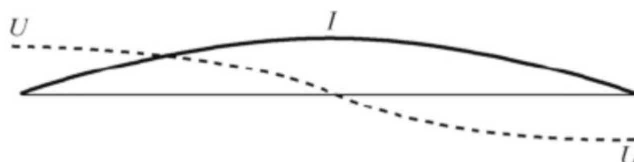



图 6-6 半波天线上电压和电流的分布

$$SWR = \frac{R}{r} = \frac{1+K}{1-K} \qquad (6\text{-}2)$$

反射系数$K = \dfrac{R-r}{R+r}$ （$K$为负值时表明相位相反）

反射回来的功率系数＝$K^2$

式中 R 和 r 分别是输出阻抗和负载阻抗。当两个阻抗数值一样，即达到完全匹配时，反射系数 K 等于零，驻波比为 1。这是一种理想状态，实际上总存在着反射，所以驻波比总是大于 1 的。如果你再进一步计算还能发现，当 SWR 等于 1.5 时，反射系数 K 等于 0.2，即

有 4%的功率是要被反射回来的；当 SWR 等于 3, K 就达到了 0.5, 反射功率则达到了 25%。所以在实际应用中应努力使 SWR 小于 1.5。SWR 的测量可以利用专门的驻波表进行。要强调的是，对于发射机来讲，它的负载是馈线及天线，这三者之间都有匹配问题。所以我们在实际中关心的是整个天线系统所呈现的驻波比。

5.发射天线决定着电波的极化方向

电磁波在传播过程中，其电场或磁场分量的方向是有一定规律的，我们称之为电磁波的极化方向，并以电场分量的方向命名。电场和地垂直的称垂直极化波，电场和地平行的称水平极化波。如果电场方向是不断旋转的，就称为圆极化波，并有左旋、右旋极化波之分。电磁波的极化方向是由发射天线的形式确定的。一般情况下，线状天线有效发射部分如果是垂直的，发射的就是垂直极化波，如果天线是水平的，发射的则是水平极化波。当天线不是处于这两种典型情况时，发射的电磁波将含有水平和垂直极化两种分量。收信天线和发信天线具有相同的电性能，这被称为天线的互易性。在这里，发射某种极化波的天线必然对相同形式的极化波具有最好的接收性能。

6.天线的发射仰角

在进行远距离通信时，电波被高空的电离层反射。如果波束与大地的夹角小，则与电离层的夹角也小，电波被反射到地面时跨越的距离就远，也即传播距离远；相反，如果波束向上发射，即与大地的夹角很大，则经电离层反射后传播距离就近。这个电波波束与大地的夹角（即天线垂直方向图上主瓣最大辐射方向与地的夹角）便是发射仰角。

发射仰角的大小与天线的形式、天线的架设高度等因素有关。水平对称振子发射仰角和架设高度的关系如图 6-7 所示，其中高度用架设高度与波长的比值表示。从图 6-7 可知，天线架设高度越高，其发射仰角越小，但超过一定值后变化越来越小。当天线比较低时，地面的反射使天线具有较大仰角的波束。

在实际通信中，我们要根据联络对象的距离选择适当的架设高度。如果希望进行近距离联络，比如与省内 HAM 通信，那么除了选用适当频率外，天线的高度不要太高，以便利用较大的发射仰角克服“越距”现象。

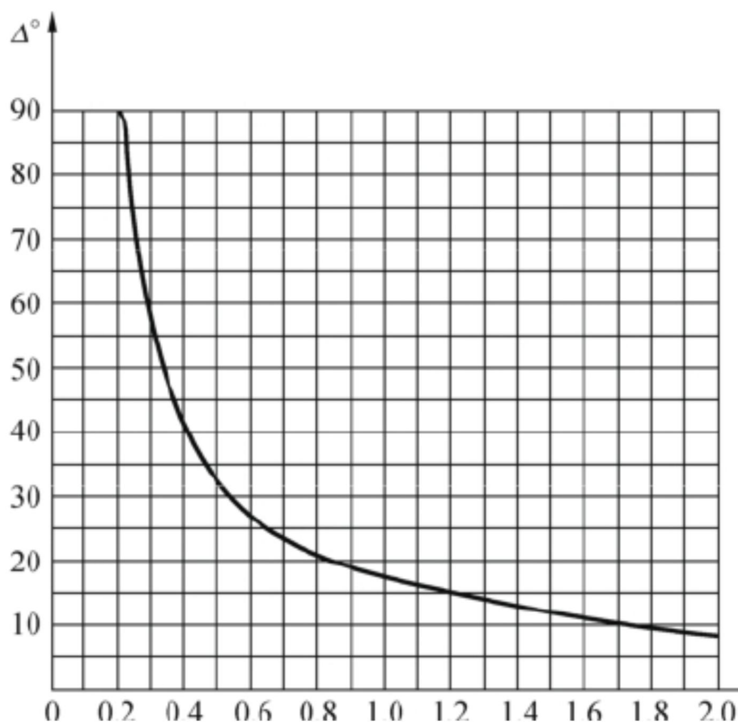



图 6-7 水平对称振子发射仰角和架设高度的关系

### 6.1.2 常用天线

1.水平半波偶极天线（Dipole）及其变形

用两根长度相等、总长度约为半波长的直导体水平架设起来的半波偶极天线（见图 6-8）是最简单、最基本的一种天线。这种天线及其变形有着相似的特性：输入阻抗为 50～75Ω（与天线导体的直径和离地高度有关，导体粗、离地低则输入阻抗低）；天线总长度都是大概等于中心频率半波长的 95%；水平面方向图基本上都是以天线为对称轴、馈电点为切点的两个圆（即具有“8”字形方向图，见图 6-9）。这种天线发射的是水平极化波，而水平极化波电场分量受地的吸收影响较大，不适于用作近距离通信。但这种天线发射仰角低，用于天波传播好，是 DX 远距离通信的常用天线。

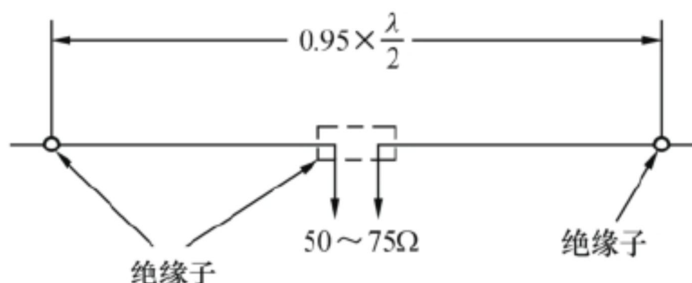



图 6-8 水平半波偶极天线图

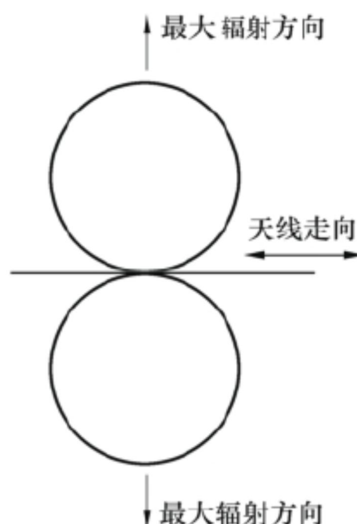



图 6-9 偶极天线的水平面方向图

各种偶极天线的变形如图 6-10 至图 6-14 所示。这些天线都可以用普通的铜导线制作。一般来说，选用表面积大的较粗的多股铜线比较好。导线中间如有接头，应该接牢焊好。天线的拉绳应选用不导电的材料，如果只有如铁丝这样的导体材料，一定要用绝缘材料把天线和铁丝隔开，最好用绝缘材料把铁丝分割成互不导电的几段。每种天线的基本长度都是半波长的 95%，但因环境等因素引起的影响，我们必须根据实际情况进行调试。所以在制作时一般应先把导线略放长一点，在调试中根据谐振情况逐渐减短。其中，图 6-13 所示的多频段倒“V”天线是爱好者使用较多的一种天线。架设这种天线的时候应使每一频段的两根导线保持成一直线，不同频段天线之间的角度则要根据场地及通信方向的需要来确定。调试应从低波段开始，逐个进行。

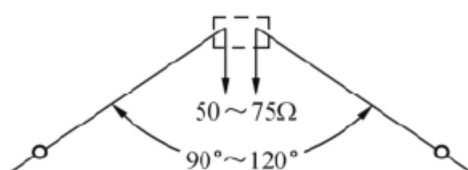



图 6-10 倒“V”天线

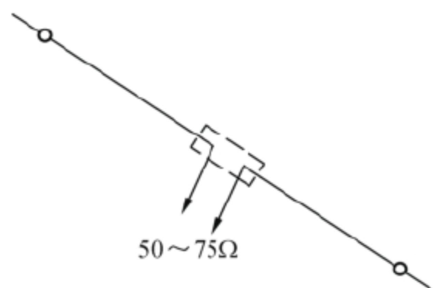



图 6-11 斜双极天线

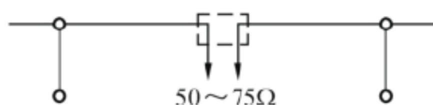



图 6-12 折曲双极天线

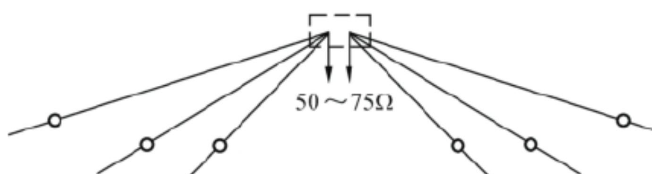



图 6-13 多频段倒“V”天线

2.其他形式的天线

（1）偏馈半波天线（Windom）。

偏馈半波天线又称温顿天线（见图 6-15）。这种天线多半用一根单导线做成，馈线也是单导线，接在偏离中心点 14%的地方。这种天线被普遍用作收信天线，但也有用它做发射天线的。有爱好者曾把这种天线架设在三楼的阳台上，用 QRP 小功率电台成功地进行了北京和欧洲之间的 CW 联络。

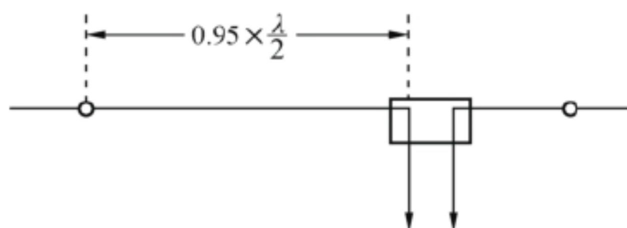



图 6-14 单馈双极天线

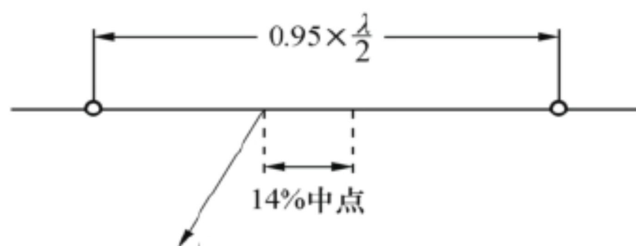


图 6-15 偏馈半波天线

（2）垂直天线（Vertical）及其变形。

垂直天线的馈电方法是将馈线的内导体与天线底端相接，将馈线的外导体与地网相接。它的水平面方向是一个圆，即在各个方向上接收或发射电波的能力都相同。这种天线很适合于全向接收。由于这种天线只是独立的一根，架设比较容易，所以常在移动通信中应用。

在低波段，爱好者还利用高耸的天线塔架作为天线的一部分使用。图 6-16 就是一位日本爱好者在 160m 波段使用的“塔架垂直天线”的馈电方法。

在频率较低的波段上使用垂直天线，架设高度容易受限制。为能降低高度，可以在天线的馈电端加接电感和电容，这种方法最常见于手持机的拉杆天线。

还有一些天线，其原理与垂直天线相同，一般也常用于业余收听台，如图 6-17 和图 6-18 所示。

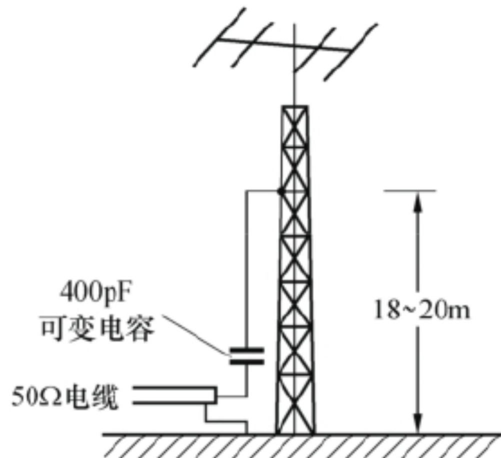



图 6-16 塔架垂直天线的馈电

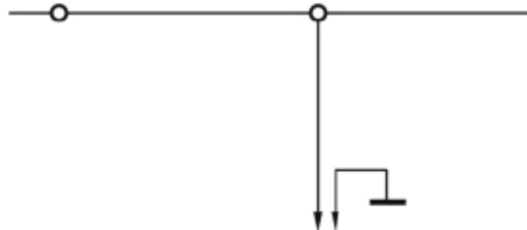


图 6-17 倒“L”天线图

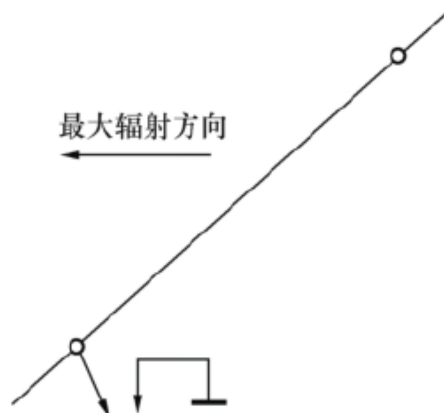



图 6-18 斜天线

（3）八木天线（Yagi）。

八木天线是 1925 年由当时在日本东北大学担任部长的八木秀次所发明，“Yagi”是八木的英文拼写。率先将这种天线运用于军用雷达并用它创造赫赫战功的则是美国人。掌握先机的美军舰载轰炸机搭载了使用八木天线的超短波雷达，在 1942 年 6 月中途岛战役中重创日本海军。

八木天线的基本结构如图 6-19 所示。这种天线有较强的方向性，且引向器越多，方向性越强，增益也就越高。由于八木天线的方向性强，所以它一般要和天线旋转器配合使用，以便随时转动天线，将方向对准自己的联络对象。中国（以北京为中心）对世界部分主要城市或国家的方位角和大圆距离见附录 13。如你的位置不在北京，又想要联络对象精确的方位角，则可用附录 12 的 BASIC 程序进行计算。

八木天线通常可以在多个业余波段工作。这种天线在每根振子上都串接着若干线圈。每一对线圈都对应一个工作波段。在这个波段上工作，该对线圈及其分布电容就处于并联谐振状态，呈现高阻抗，线圈外侧的那段振子就不起作用。不工作在这个波段时，线圈不谐振，相当于一个小电感。这样，由工作频率来调整振子的电气长度，使整副天线可很好地工作在几个不同的业余波段上。

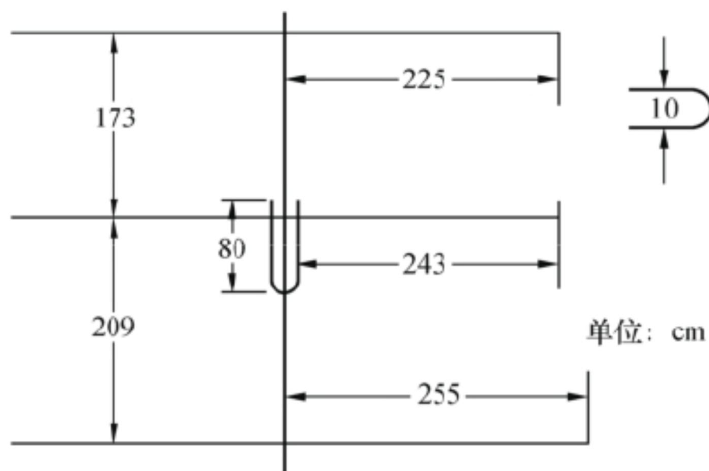



图 6-19 10m 波段 3 单元八木天线的尺寸图

八木天线的制作材料是铝合金管，并设计成中间粗两端细，以尽量避免每根振子因自重而两端下垂。线圈用粗漆包线或铝线绕制在尼龙棒上，尼龙棒两头紧插在振子铝管内。为保护线圈以及得到一定的分布电容，线圈罩有金属外壳，外壳的一端和振子有电气连接；另一端用绝缘体支撑。馈电的这根振子叫有源振子，它和大梁间是绝缘的，其他振子则是相通的。这是因为每一根振子都是半波长，它们的中点都是“短路点”，即都是电压为零的点，所以在这些点上接地不影响天线的电气性能。

自制八木天线的调试是一件很细致的工作。每根振子的长度、振子间的距离都会影响天线的阻抗或是谐振状态，所以还必须经过阻抗变换才能和馈线匹配。最简单实用的阻抗变换方法是“发夹式匹配”，即在馈电处并接一根 U 形导体，U 形导体的长度可经实际测试确定。

图 6-19 给出的是一个 10m 波段的 3 单元八木天线的尺寸。最好是选用圆形铝合金管，也可以试用市售装潢用的其他形状的铝材。笔者曾用 25mm×25mm 的方形铝管做梁和加强振子的中间部分，用多根不同长度的 10mm×10mm 槽形及 L 形铝条铆合起来做振子（端部一层，中间 3 层，逐渐加粗），用普通铜线做 U 形匹配器，用一般的塑料水管做有源振子的绝缘套管，用铁皮和自制的 U 形螺杆把这些部分固定在一起制成了一副如图 6-19 所示尺寸的天线。经多年使用，效果很好。其中 U 形匹配器用绝缘物支撑使其与天线之间保持 10cm

的距离。U 形匹配器和有源振子的两个馈电端接在一起，匹配器长度要经调试确定。50Ω同轴电缆通过阻抗比为 1∶1 的平衡/不平衡转换器（Balun）接到天线的馈电端。

八木天线的调整可以通过发射机和馈线之间接入的驻波表（参见本书第 7 章有关部分）进行。首先在小功率状态下记下整个工作波段范围内天线的驻波情况，（可以 0.1MHz 为间隔取值）找到驻波最小点。正常情况下应该有驻波小于 2 的频点。然后根据该频点的高低调整有源振子的长度，减短会使谐振频率变高，加长则谐振点变低，变化量以 0.5cm 为限逐渐调整。

U 形匹配器的长度影响着整个天线的阻抗，适当调整它的长度，使天线在整个 10m 波段的驻波都小于 1.5。不可忽略大地对调试结果的影响。每次测量都应把天线升到数米以上的高度进行。这种调整过程也适用于其他天线的调试。

（4）方框天线。

这也是一种效果良好的远距离通信天线。方框天线的效果要优于具有相同单元数的八木天线。但方框天线的体积更为庞大，所以它对材料要求更高，否则很难有抵御强风的能力。方框天线的基本形态如图 6-20 所示。图 6-20（a）的反射器有一段匹配线，调整它可以使反射器呈阻性或容性。图 6-20（b）的反射器尺寸是固定的。这两种天线相对于偶极天线都具有 7.3dB 的增益，输出阻抗为 70Ω。天线用绝缘材料支撑，国外爱好者常用玻纤管制作。天线本身一般用导线制作。方框天线也可以架设成有一对角线和地平行的“钻石状”，如图 6-20（c）所示。方框天线的基本数据如表 6-1 和表 6-2 所示。

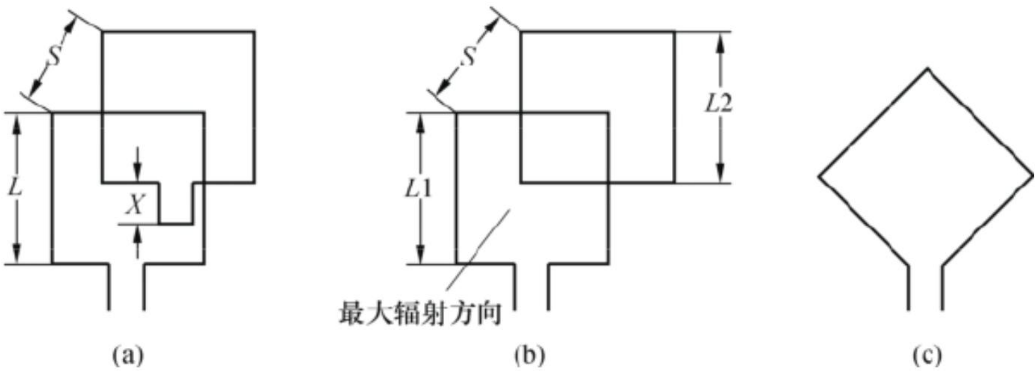



图 6-20 方框天线的基本形态

表 6-1 图 6-20（a）天线尺寸

| 波段（m） | 边长 $L=\frac{7559}{f(\mathrm{MHz})}$ | 间距 $S=\frac{3597}{f(\mathrm{MHz})}$ | 反射匹配线长 $X$ |
|---|---|---|---|
| 40 | 1072.7 | 567.4 | 167.6～195.6 |
| 20 | 533.4 | 256.5 | 86.4～96.5 |
| 15 | 353.1 | 170.2 | 48.3～55.9 |
| 10 | 261.5 | 127 | 38.1～43.2 |

表 6-2 图 6-20（b）天线尺寸

| 波段（m） | 边长 $L1$ $L1=\frac{7620}{f(\mathrm{MHz})}$ | 边长 $L2$ $L2=\frac{7684}{f(\mathrm{MHz})}$ | 间距 $S=\frac{3597}{f(\mathrm{MHz})}$ |
|---|---|---|---|
| 40 | 1080.9 | 1115.5 | 567.4 |
| 20 | 538.5 | 553.7 | 256.5 |
| 15 | 355.6 | 373.4 | 170.2 |
| 10 | 264.1 | 276.9 | 127 |

注：参考尺寸除注明外单位为 cm，表中给出的 S 值是经实际调试后得出的，较公式计算值有微小变化。

### 6.1.3 天线的安全架设

1.架设时的安全

天线越高，通信的效果就越好。但如何能把天线架到离地面几米甚至几十米的高度，并非一件容易的事。如果你的天线是一副庞大的八木天线或方框天线，架设难度就更大了。应该制定详细的施工方案，并邀请有经验的“火腿”做现场指导。

架设现场附近应该没有其他电线，尤其是高压电力线。曾有过在架设天线时误触高压线酿成不幸事件的报道，这是爱好者应绝对避免的。

应尽可能减少人员登高，一切准备工作应在地面完成。对于需常调试的天线，建议在立杆的顶端加装滑轮。在架设八木天线时也要充分利用滑轮。笔者所在电台，过去架设一副可工作在 40m、20m、15m 波段的大型 5 单元八木天线要动用近 10 名人员，如利用动滑轮组，一位“YL”（女爱好者）就可以把它拉到塔架的顶端。

进行必要的登高时，人员一定要采取安全措施。要使用安全带、保险绳，并有一个以上的人员在现场协助。对于登高的必经之路要事先勘察了解，一些不能承受重量的地方，如石棉瓦、玻璃钢瓦搭的棚子等，应禁止踩踏，严防发生人员坠落事故。

2.天线的避雷及地线的埋设

雷雨季节，当天空中的云层积累了大量电荷，形成极高的电势时，高耸的导体就会成为其泄放电能的通道，这时就形成了危险的雷击。避雷针或避雷网的原理是，当空中电荷开始积聚但尚未形成闪电时，这些接地良好的避雷装置通过感应就把电荷逐渐泄放掉。“防患于未然”是这些避雷装置的责任。利用架设天线的立杆兼避雷针是可以的，但避雷针接地要可靠，接地线要足够粗，否则避雷变成了引雷，十分有害。避雷针对周围的保护是有限的，其范围在以避雷针为顶，锥角成 90°的圆锥区内，如图 6-21 所示。

其他常用的避雷措施有：在雷电到来之前将天线可靠接地；在天线和地线之间加装间隙放电避雷器或其他避雷器件等。根据实际观察，八木天线因为其塔架及所有振子、主梁都可以做到可靠接地，所以天线本身就有泄放静电荷的作用，只要电缆及主机接地良好，一般可不另外采取措施。双极天线本身不接地，在雷电时把天线从主机上旋下来有可能使人员受到电击，所以应提前将其接地。

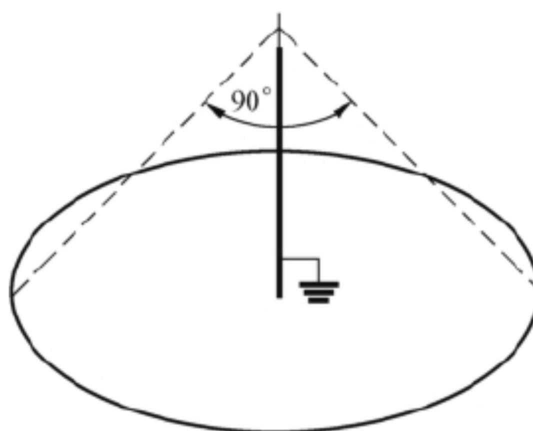



图 6-21 避雷针的保护范围

从上面的叙述可以看到，一个良好的地线对安全是很重要的。不仅如此，好的地线对改善通信效果也是非常必要的。地线的接地体可以用直径 8mm 以上的圆钢垂直打入地面或用 5mm×50mm×50mm 的角钢以及类似材料水平埋入地下，它们的地下部分长度应不小于 2.5m。为使接地体和大地间接触良好，还应在其周围的土壤中加入食盐、炭粉等。我国南

方许多地方都是多雷区，尤其是农村山区，爱好者对此切不可掉以轻心。对于城市里的爱好者，千万不要把煤气管道、自来水管道当成地线。

3.天线的防风

从日本等许多沿海国家看，每次台风经过，都有不少业余电台的天线遭到破坏，我国业余界也有过这样的报道。如果天线塔架倒伏，不仅危及周围的房屋设施，更是严重威胁周围人员的安全。大自然的威力是强大的，对此我们要有足够的认识。

有效的防风措施主要有以下 3 个方面。

首先是架设牢靠。业余天线的塔架或立杆常采用轻型材料，许多产品塔架可以放在一般的房屋顶上。这些塔架或立杆是靠斜拉的钢丝绳固定的。斜拉的固定绳应固定在塔架或立杆的顶部以及中间、底部，与塔架垂线应有 30°以上的夹角。固定绳视塔架及天线的大小可用钢丝绳、粗铁丝等材料，也有专用的尼龙绳供选择。每一层固定绳要有 3～4 根，之间应间隔相同的角度。每根固定绳都要用专门的紧固件“花篮螺丝”拉紧。

在台风盛行的地方，事先把天线放倒或降低也是有效的措施之一。如果在架设的时候就考虑到这一点并且设计合理，这一措施也许不会很麻烦。

另外一项重要措施就是在每年大风季节到来之前对天线进行全面加固检查。由于固定绳本身具有延伸性，经过一段时间之后本来拉紧的绳索会松弛，强风之下塔的摇摆度会增加，并有可能使一侧拉绳的受力过大而绷断，继而使天线倒伏。轻型塔架一般是用螺钉紧固组合而成，时间长了有的螺钉也会松开，如不及时采取措施，也会危及整个天线。

4.天线系统的防腐

在沿海地区以及城市空气多污染的地方，天线系统的氧化腐蚀是很严重的。一般市售的不镀锌螺杆，在南京这样的城市里，一年之内就会锈得难以拆卸；即使是镀了锌的螺杆也仍然会是锈迹斑斑，如不采取措施，会给日后的维护带来很大的麻烦。防腐措施有许多，如选用铝合金型材塔架，不锈钢材料的螺杆螺帽和钢丝绳等，虽然造价较高，但可以保证天线较长时间的安全使用。用若干铝管组合起来的八木天线在安装时，应该用导电胶涂抹其结合部。有些铝材经过了表面不导电氧化处理，用于组装天线振子时一定不要忘了把不导电的氧化层打磨干净并涂抹导电胶。馈电处应焊好或把紧固螺钉及接头用硅橡胶等材料密封起来。俗话说“磨刀不误砍柴工”，架设时多费点心血，使用时才有可能得心应手。不过要记住，运动是大自然的本质，天线的各部分也不可能是一成不变的。所以，架设天线不会是一劳永逸的工作，必须勤于检查。

## 6.2 传输线

我们把发射机到天线之间的馈线称作传输线，它有着特殊的性能。工作在高频波段的导线，其长度和波长相比已成一定的倍数关系，它的分布电容和分布电感使馈线对发射机和天线都呈现出一定的阻抗。如果这个阻抗是随意的，高频电流电压就会因为阻抗不匹配而在线上来回反射形成驻波。其结果是，从发射机送出去的能量一部分还没有到达天线就发射、损耗掉了，一部分却反射回到了发射机，造成发射机输出级的损坏。所以，我们一定要使用有特定阻抗特性的导线，这就是传输线。

### 6.2.1 传输线基础知识

传输线由一对导线以及导线间的绝缘材料——介质组成。

传输线作为负载具有一定的阻抗，称为传输线的特性阻抗。特性阻抗和传输线的长度无关，所以它相当于无穷长传输线上电压和电流的比值。

平行导线的特性阻抗可用式（6-3）计算。

$$Z_0 = 276\lg\frac{b}{a} \qquad (6\text{-}3)$$

式中 b 是两导体的中心间距，a 是导体的半径。

同轴电缆的特性阻抗用式（6-4）计算。

$$Z_0 = 138\lg\frac{b}{a} \tag{6-4}$$

式中 b 是外导体的内径，a 是内导体的外径。

式（6-3）和式（6-4）都是以空气为介质计算的，实际还要加入介质的影响。

从以上公式可见，传输线的特性阻抗都和其本身导体的规格有关。这就要求我们在使用中不可将其当成普通电线来处理。特别是同轴传输线，它的接续都需要专门的电缆接头，否则会使其特性变坏。

市场上的扁平电缆其特性阻抗是 300Ω，同轴电缆多数是 75Ω的，而业余电台使用的大都为 50Ω的同轴电缆。

传输线的选用除了根据特性阻抗外，还应考虑它的损耗以及所能承受的功率。

在无穷长传输线上任意点的电压电流比值都是一样的，这种情形人们称之为“行波”，意为电波在导线里是不断向前行进的。如果传输线两端的信号源的负载和传输线的阻抗完全一样，传输线上就没有反射波，情况就和无穷长线一样，这正是我们所希望的。但如果传输线很短，两端所接的阻抗和传输线又不匹配，情况就大不一样了。

对于长度为 1/4 波长的短线，如果其终端是开路的，它的特性阻抗将很小。因为对于终端开路线来讲，离终端 1/4 波长的地方是电流的波腹电压的波谷，根据欧姆定律可以知道短线的这一端呈现的阻抗很小，相当于短路。

对于长度为 1/4 波长的短线，如果其终端是短路的，它呈现的特性阻抗和上述情况正好相反，阻抗将会很高，相当于开路。

根据驻波形成的原理，图 6-22 和图 6-23 分别画出了 1/4 波长短线终端短路和开路时输入端的阻抗情况。

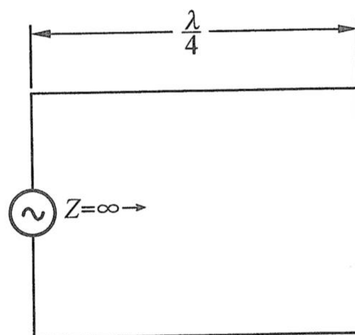



图 6-22 1/4 波长短路线

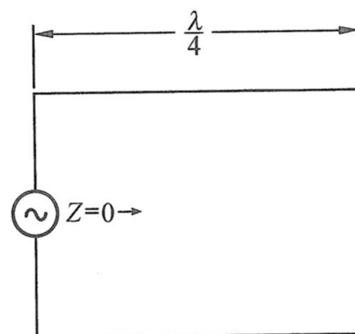



图 6-23 1/4 波长开路线

以上叙述的是终端开路或短路这两种特例情况下的阻抗。如果 1/4 波长短线的两端分别连接阻抗为 Z1 和 Z2 的负载（见图 6-24），短线呈现的特性阻抗可以用公式（6-5）求得。

$$Z=\sqrt{Z_1Z_2} \tag{6-5}$$

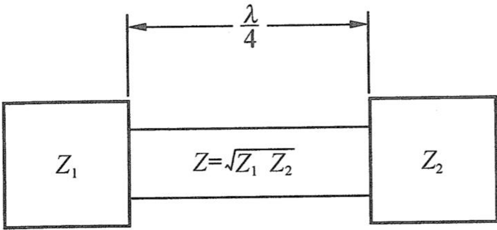



图 6-24 1/4 波长短线与不同阻抗的负载连接

1/4 波长短线所具有的这些特性使我们有可能把它作为一个阻抗可变的器件用于匹配。根据以上特点，我们可以利用 1/4 波长的传输线转换阻抗，实现阻抗匹配。

**6.2.2 传输线和天线间的匹配**

在实际的通信中，发信机和天线总是相隔一定的距离，需要用传输线连接。对于传输线来说，它的终端负载就是天线。不同形式的天线具有不同的阻抗，怎样才能使两者匹配呢？请看以下这些实例。

1. 1/4 波长匹配线与偶极天线的连接

图 6-25 是利用 1/4 波长短线进行匹配的两种接法。它们的最佳连接点要通过试验确定。

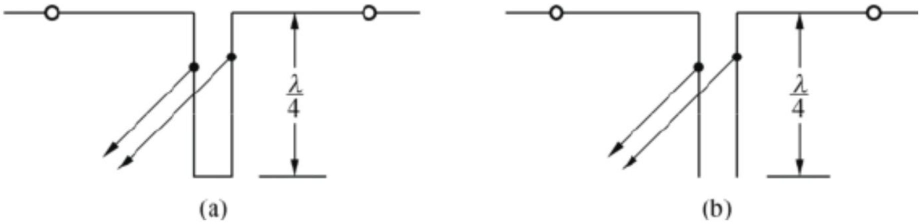



图 6-25 利用 1/4 波长短线进行匹配的两种接法

2. T 形匹配

T 形匹配是半波折合振子天线的变形。当振子直径 d1 和 T 棒直径 d2 相等时，天线输入阻抗是 1/2 波长偶极天线的 4 倍。当 d1 > d2 时阻抗更高。天线振子和 T 棒的间距减小，阻抗增高。单根 T 棒的长度 l 在 1/8 波长以内，越长阻抗越高。所加的两只可变电容是为了抵消增加了 T 棒后带来的附加电感，具体容量需经调试确定。T 形匹配也适于连接平行电缆。

T 形匹配及其尺寸如图 6-26 所示。

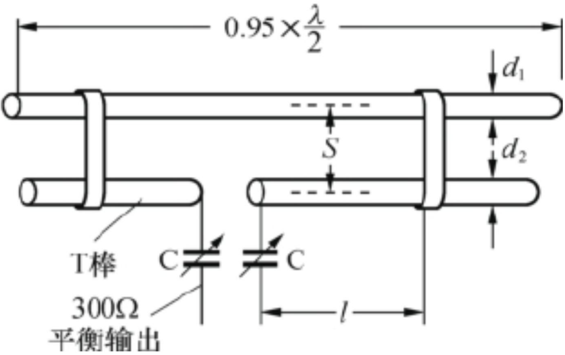



图 6-26 T 形匹配及其尺寸

3.伽马（γ）匹配

这实际上是 T 形匹配的半边，适合与 50Ω同轴电缆连线，是一种很方便的匹配方式。

其中 d1＞d2 的比值越大，间距 S 越宽，γ棒长度 l 越长，则输入阻抗就越高。伽马匹配的调整过程如下。

① 将可变电容短路。

② 在馈电点串入一只驻波表（驻波表要尽量靠近天线）。

③ 由发射机输入信号，并且将频率由低向高变化，同时观察驻波情况。

④ 驻波最低处即为天线实际谐振点，如果不符合要求，可以改变天线振子的长度。

⑤ 恢复可变电容，在发射机送入和天线谐振频率一致的信号时，调整可变电容使驻波最小，此时驻波可能还是超过 1.5。

⑥ 将伽马棒和振子间的短路线在几厘米范围内移动，然后重复上一步调整，使驻波接近 1。

伽马匹配连接方法如图 6-27 所示。

伽马匹配工作在不同波段时各部分数据如表 6-3 所示。

表 6-3 伽马匹配工作在不同波段时各部分数据

| 波长（m） | 振子直径 $d_1$(mm) | γ棒直径 $d_2$(mm) | $l$(cm) | $S$(cm) | $C$(pF)（最大） |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 15 | 5 | 10～25 | 5 | 20 |
| 6 | 20 | 5 | 30～40 | 8 | 30 |
| 10 | 20 | 6 | 50～70 | 10 | 50 |
| 15 | 25 | 10 | 50～80 | 12 | 100 |
| 20 | 30 | 13 | 80～120 | 15 | 150 |
| 40 | 40 | 15 | 180～250 | 18 | 300 |

4.欧米迦（Ω）匹配

这种匹配方法和伽马匹配很相似，调整方法也相同，改变 C1 相当于改变短路线的位置。其各部分数据如表 6-4 所示，可以看出这种匹配的 l 长度只有γ匹配的一半。Ω匹配的连接方法如图 6-28 所示。

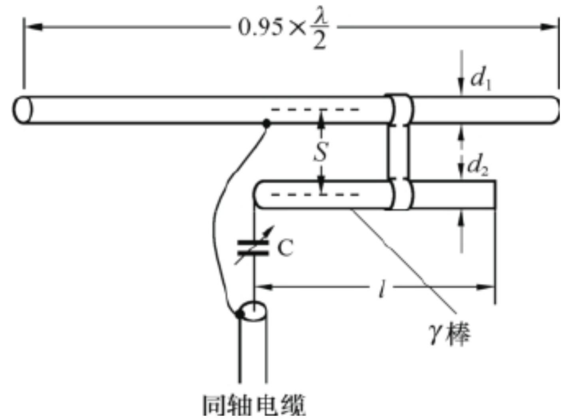



图 6-27 伽马匹配连接方法

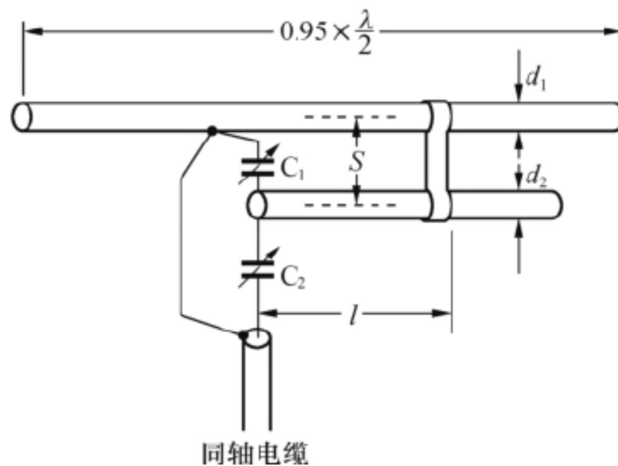



图 6-28 欧米迦（Ω）匹配

表 6-4 欧米迦匹配时各部分数据

| 波长(m) | $d_1$(mm) | $d_2$(mm) | $l$(cm) | $S$(cm) | $C_1$(pF) | $C_2$(pF) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 15 | 5 | 8.5 | 5 | 10 | 20 |
| 6 | 20 | 5 | 17 | 8 | 10 | 30 |
| 10 | 20 | 6 | 28 | 10 | 15 | 50 |
| 15 | 25 | 10 | 40 | 12 | 25 | 100 |
| 20 | 30 | 13 | 40～60 | 15 | 30 | 150 |
| 40 | 40 | 15 | 90～130 | 18 | 50 | 300 |

### 6.2.3 平衡/不平衡转换

对于双极式天线来说，它的两个振子对地而言有着相同的参数，是“平衡”的。而现在大多数使用同轴电缆作为传输线，它的内导体馈电，外导体接地，对地而言是“不平衡”的。两者之间如果直接连接，将影响性能。所以在这种天线和馈线之间要加接“平衡/不平衡”转换器（Balun）。

1.宽频带变压器式转换器

宽频带变压器式的转换器使用比较普遍。它也可以做成具有不同的初次级阻抗比，以便于和各种天线匹配。

单波段双极式天线和多波段双极式天线、八木天线等的阻抗是 50～75Ω，虽然从阻抗匹配的观点看，和电缆直接相连问题不大，但直接连接时馈电同轴电缆外导电层会有电流通过。这不但影响天线方向性的对称，发射时还会使电台外壳成为发射系统的一部分，引起人体接触设备外壳时遭受高频电流烧灼并增大损耗，收信时也会因电缆垂直部分捡拾常见的垂直极化工业电磁干扰而影响效果，因此使用转换器是十分必要的。对于某些本身阻抗不是50Ω的天线，则更应采用适当变比的转换器，同时完成阻抗匹配和平衡转换的功能。

成品变压器式的平衡/不平衡转换器有用粗导线穿绕在磁环上制成的，也有用直径较大的磁棒线圈或空心线圈做成的。如果自制，应该注意以下几个问题：导线的直径和绝缘层的耐压要和发信机输出功率相配，以免烧坏或被击穿（在实际制作中常用同轴电缆绕制以求承受大功率）；磁性材料的截面积要足够大，在工作中不应出现饱和；磁性材料应能工作于射频，且导磁率要适当，一般在 100 左右为好；整个转换器的防水性能要能满足长时间室外工作的要求，等等。

具有 4：1 或 1：1 阻抗比的变压器式平衡/不平衡转换器线圈的绕法如图 6-29 所示。其中，图 6-29（a）为 3 线并绕 6～7 圈，阻抗比为 1：1；图 6-29（b）为双线并绕，阻抗比为 4：1。在成品中，一些能承受大功率的转换器用 20mm 甚至更大直径的磁棒作骨架绕

制。

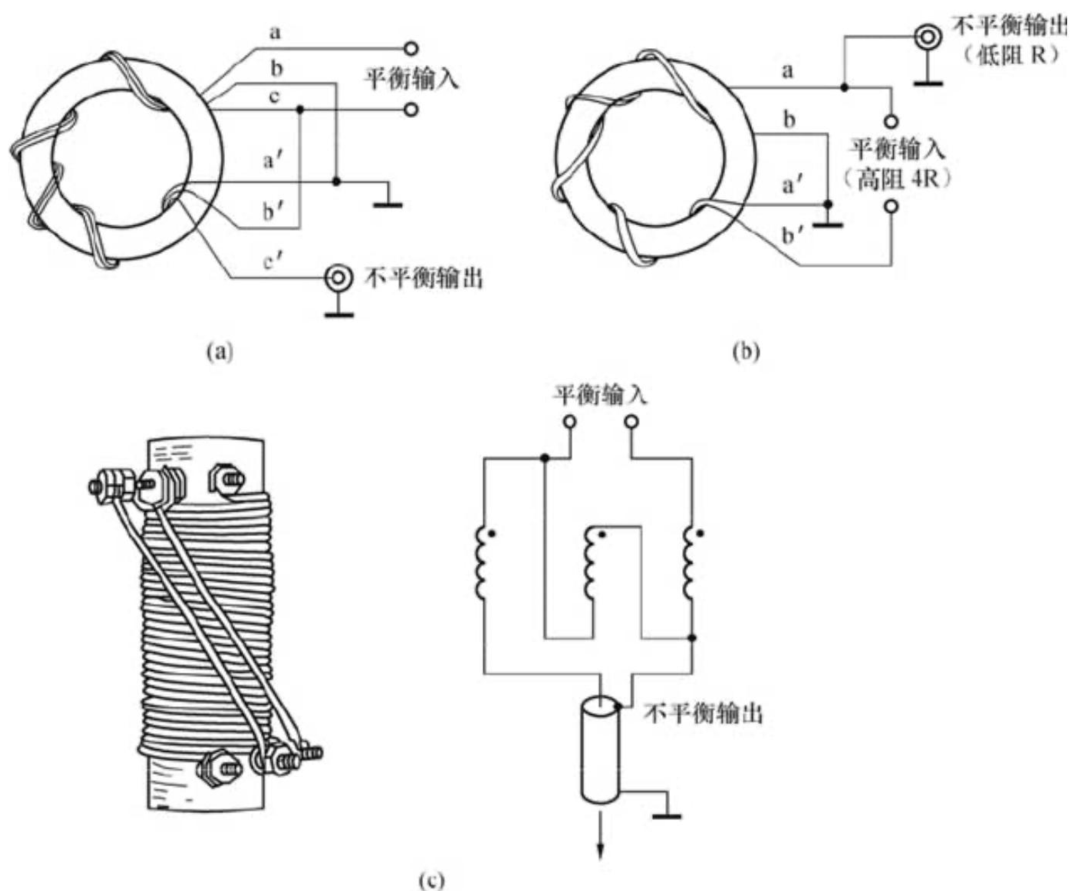



图 6-29 变压器式平衡/不平衡转换器

这种转换器也可以不用磁性材料，直接绕在 PVC 塑料管上。图 6-29（c）所示的转换器是用直径为 2mm 的高强度漆包线绕制的，PVC 塑料管骨架直径约为 27mm（1/16 英寸），长约为 100mm。该转换器可以工作在 3.5～30MHz，且在 14MHz 以下范围可以承受 700W 以上的功率，在 30MHz 时可以承受 400W 的功率。

转换器性能的测量可以用和驻波比性能优良的假负载比较的办法进行。具体方法是，先不用转换器，发信机直接与假负载相连，这时的驻波比应接近 1；在发信机和假负载之间接上转换器，再看驻波比，应该没有大的变化。用这个方法在不同的波段测量，可以知道转换器的适用工作频带。

2.利用同轴电缆进行平衡/不平衡转换

用两段长度为 1/8 波长的同轴电缆可以完成 1：1 的平衡/不平衡转换，具体办法如图 6-30 所示。

图 6-31 是用一段 1/4 波长同轴电缆完成的 300Ω/75Ω1：1 平衡/不平衡转换器。

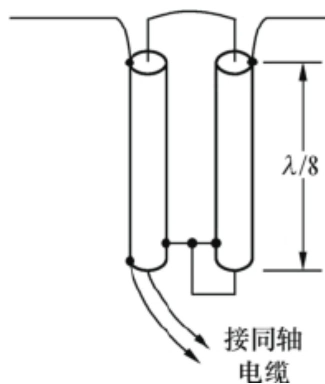



图 6-30 两段 1/8 波长电缆做的转换器

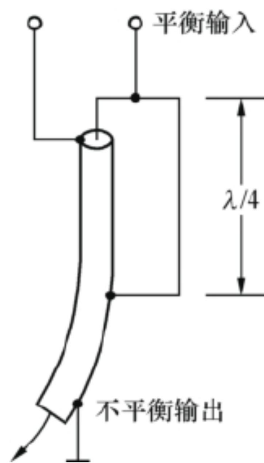



图 6-31 1：1 转换器

把电缆空心平绕 7～10 圈也是一种常见的平衡—不平衡转换方法，为保证所绕的电缆线圈不散开，要用玻璃纤维板条或其他绝缘材料将其固定。

### 6.2.4 天线假负载

在调试发信机电路时，我们不希望把信号发射到空间，便用一个和天线阻抗特性一样的器件来代替天线，这就是假负载。在试验自己制作的平衡/不平衡转换器时，可以用假负载接在转换器上，以检查驻波情况。

对假负载的要求，一是要能呈现和发信机输出阻抗一样的纯电阻特性，二是要能承受一定的功率而不被烧坏。一般的电阻都有感抗，大功率的线绕电阻更是如同一个线圈而不能用作天线负载。

在业余条件下，可以用感抗比较小的若干金属膜电阻（最好使用无感电阻，否则影响假负载的高频性能）串并联来制作这种吸收式假负载。

图 6-32 是在两块敷铜板之间焊接若干相同阻值的电阻；图 6-33 是利用易拉罐做外壳的假负载。这些假负载一般可在 1.5～21MHz 使用。

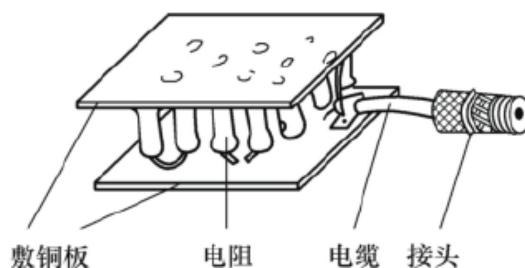


图 6-32 平板式假负载图

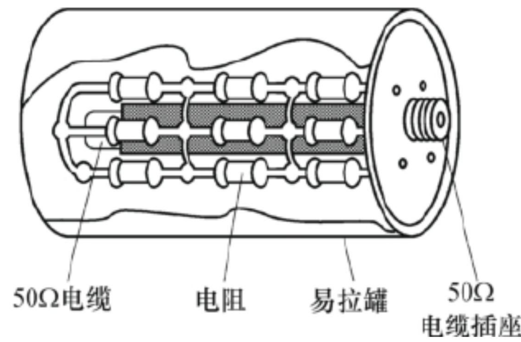



图 6-33 圆筒形假负载

假负载做好后，应该在发信机和假负载之间接驻波表，并在逐渐加大功率的情况下观测各个波段下驻波情况，以掌握其阻抗特性。

**6.2.5 自制短波小环天线**

对于生活在城市里的 HAM 来讲，最大的挑战是如何能在狭窄的空间里架设起高效的短波天线。国内外爱好者为此进行了不懈的努力，“小环天线”便是大家争相试验的目标之一。小环天线体积小，增益不低，只需要一段小于波长十分之一长度的导线弯成一个圆环，就可能达到甚至超过全尺寸天线的接收效果，确实是空间受限或野外通联条件下不错的选择。BA4REB 李彬先生根据自己的成功经验，介绍了制作小环天线全过程。

1.小环天线的原理

环形天线（loop antenna）是将一根金属导线绕成一定形状，如圆形、方形、三角形等，以导体两端作为输出端的结构。绕制多圈（如螺旋状或重叠绕制）的称为多圈环天线。根据环形天线的周长 L 相对与波长λ的大小，环形天线可分为电大环（L≥λ）、中等环（λ/4≤L≤λ）和电小环（L<λ/4）3 类。电小环天线是实际中应用最多的，如收音机中的天线、便携式电台接收天线、无线电导航定位天线、场强计的探头天线等。电大环天线主要用作定向阵列天线的单元。

小环天线又称为电流环天线，是由两个共面的双电流环构成，内部的耦合环由传输线馈电，通过电感耦合激励外面的大环，当处于谐振状态时，由外面的大环辐射能量。对于小环天线，一般有如下特性：小环天线是电流环结构的窄带谐振天线，增益始终为负值，特定架设角度的小环天具有发射仰角近似垂直的“无盲区”（NVIS）特性。小环天线是磁场天线，在特定的场合可以有比鞭状天线优越得多的收发特性。小环天线通常用于定频收发，特殊结构的小环天线也可以用于跳频通信。

通常，小环天线在接收机上的信号强度指示值“S”要比线天线偏低，这是由于小环天线的负增益特性决定的，我们不要特别计较这个“S”，这并不重要，在我们需要通联时，只有能听得到、叫得着才是好的天线。

环形天线的终端负载阻抗可以为零，也可以等于环的特性阻抗，其上的电流分布和平行传输线类似。电小环上的电流近似按等幅同相分布。电大环上电流为驻波分布。当端接负载的阻抗等于环的特性阻抗时，环上的电流为行波分布。

依据电磁辐射的二重性原理，电小环和垂直于环面放置的小电偶极天线的辐射场除将电和磁的量互换外都是类似的，即在环面的平面上方向图是圆，环轴所在平面上方向图是“8”字形，沿环轴方向的辐射为零。

环可以是空心的或磁芯的；单匝的或多匝的。理论和实验证明，辐射场与环的面积、匝数和环上的电流成正比，与工作波长的平方和距离成反比；与环的形状关系不大。

图 6-34 是国外爱好者制作的环形天线照片。




图 6-34 国外 HAM 制作的环形天线

2.制作小环天线

小环天线在很多年前就已经进入了人们的视线，中波收音机里面的磁棒天线应该是大家最熟悉的。业余无线电主要应用的是 1.8MHz、3.5MHz 低噪声定向接收天线，其理想的辐射方向图是一个"8"字形。下面要做的是一个谐振环天线，可以理解为是一个电感和调谐电容并联的谐振电路，这样的并联谐振电路 Q 值很高，两端的电压很高，如果用小环天线来发射的话，高耐压的谐振电容不太好找。不过用来做接收或者 QRP 操作的话，老式电子管收音机里面的 365pF×2 的双联可变电容还是可以胜任的，至少在 20W 功率下，它还没有发生击穿打火的现象。当然，换上自制或淘来的高耐压空气电容，或者用真空可变电容，上 100W 功率没有问题。只是电容体积较大，想办法固定牢靠是个难题。

调谐天线还有一些特殊的优点，如在接收系统的前端有很高的选择性，可以大大提高接收机的动态范围。另外，可利用小环天线辐射图的零点来消除同频或邻近干扰，当然，干扰源和远距离电台不能在一个方向上。

在了解了小环天线的一些基本特性后，下面可以借助一些小程序来计算制作小环天线所需材料的一些参数，也可以将手头上已有材料的参数输入程序中，看看会得到怎样的结果。图 6-35 为小环天线电气结构原理图，图 6-36 是用 OH7SV 在 EXCEL 里编的一个小程序进行计算后得到的天线参数表。

可以用 OH7SV 在 Excel 里编的一个小程序来计算我手上一节零头馈管的参数。先在图 6-36 所示黄色区域（左边区域）里输入工作所需的频率、主环的周长、主环材料的直径以及要用到的最大功率。如图 6-36 所示，最低工作频率为 7MHz，主环准备用的是一节馈管，馈管屏蔽层的直径是 12mm，计划使用的射频功率为 20W。

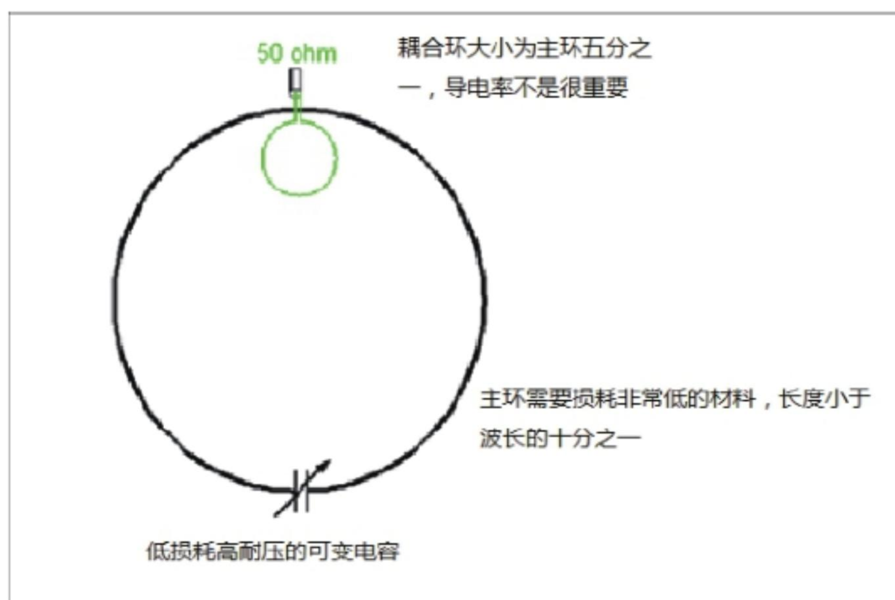



图 6-35 小环天线电气结构原理图

| | Enter here |
|---|---|
| 频率 (MHz) | 7.0 |
| 主环周长(m) | 1.25 |
| 主环材料直径(mm) | 12 |
| 射频功率 (W) | 20 |

| | Results |
|---|---|
| 电感量(μH) | 0.891 |
| 电容量 (pF) | 580.5 |
| XL = XC (Ω) | 39.2 |
| 分布电容 (pF) | 3.4 |
| **调节电容量 (pF)** | **577.1** |
| 主环直径 (m) | 0.398 |
| **激励环直径 (m)** | **0.080** |
| 辐射电阻 (Ω) | 0.000 |
| 损耗电阻 (Ω) | 0.023 |
| 并联电阻 (Ω) | 33 |
| 效率(%) | 0.6 |
| **与理想环之比 (dB)** | **-22.00** |
| Q值 | 851 |
| **带宽-3dB (kHz)** | **8.2** |
| **调谐电容耐压值 (V)** | **816** |

图 6-36 天线参数表

图 6-36 的参数表中，绿色区域（右边区域）为自动生成的计算结果，其中黑体字是我们需要的关键值。计算结果需要用 577pF 的调节电容，老式电子管收音机 2×365 的双联空气可变电容就要并联使用了，否则在 7MHz 是无法工作的。接下来我们得到了耦合环直径，通过计算也就知道了要用多长的导线来弯这个环，一般是主环的五分之一。另外还得到了天线的效率、带宽、Q 值以及更重要的电容耐压值。通过调整主环的周长、材料直径参数，我们还会发现一些规律，比如做主环的馈管或铜管越粗，小环天线的 Q 值越高，会使带宽越窄，这样在做 V/U 段天线时就不能选太粗的材料了，否则带宽太窄，FM 模式将无法使用。

数据有了，接下来准备材料。

主环：1.25m，直径 12mm 馈管一根；

耦合环：25cm，截面面积 2mm2 单股铜线一根；

调谐电容：2×365 空气双联一个；防水盒：根据电容大小选择合适的盒子；

防水接头：2 个，固定馈管用；

M 座：一个；

馈管夹：一个，固定耦合环及 M 座；

电容旋钮：一个。

制作难度不大，相信爱好者应该能够制作好，制作过程如图 6-37 至图 6-40 所示。请注意电容与馈管的连接尽量用表面积大一些的材料焊接，这里建议用同轴电缆外编织线。



图 6-37 制作好的小环天线

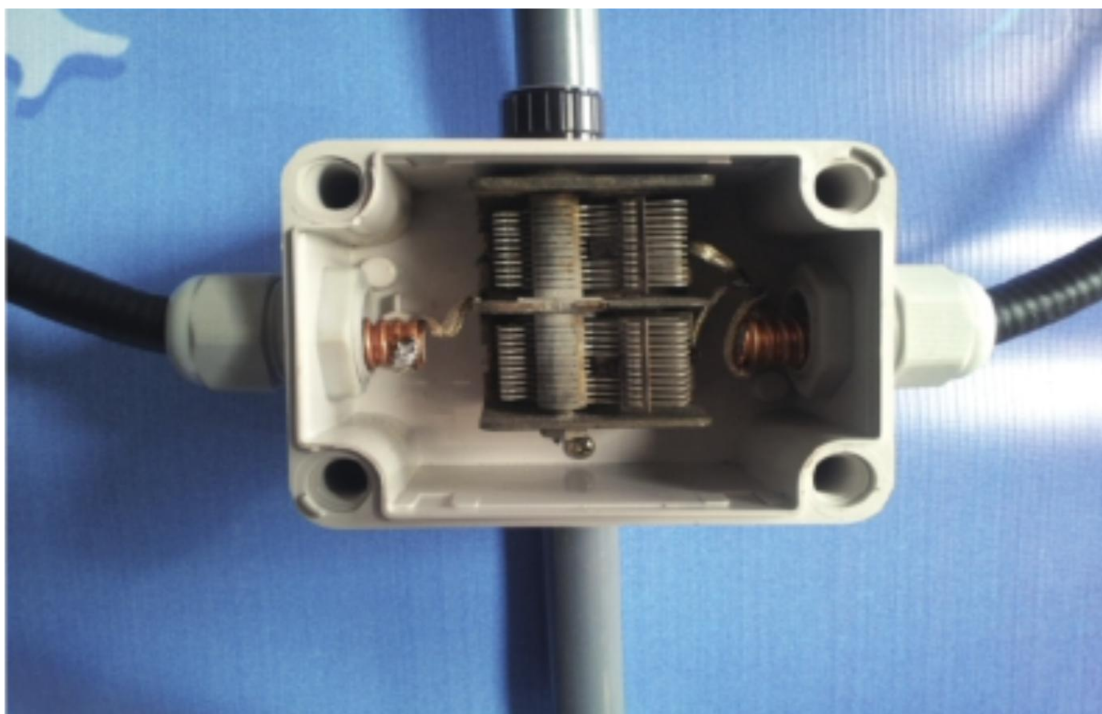


图 6-38 调谐电容

图 6-39 耦合环直接



焊在 M 座上

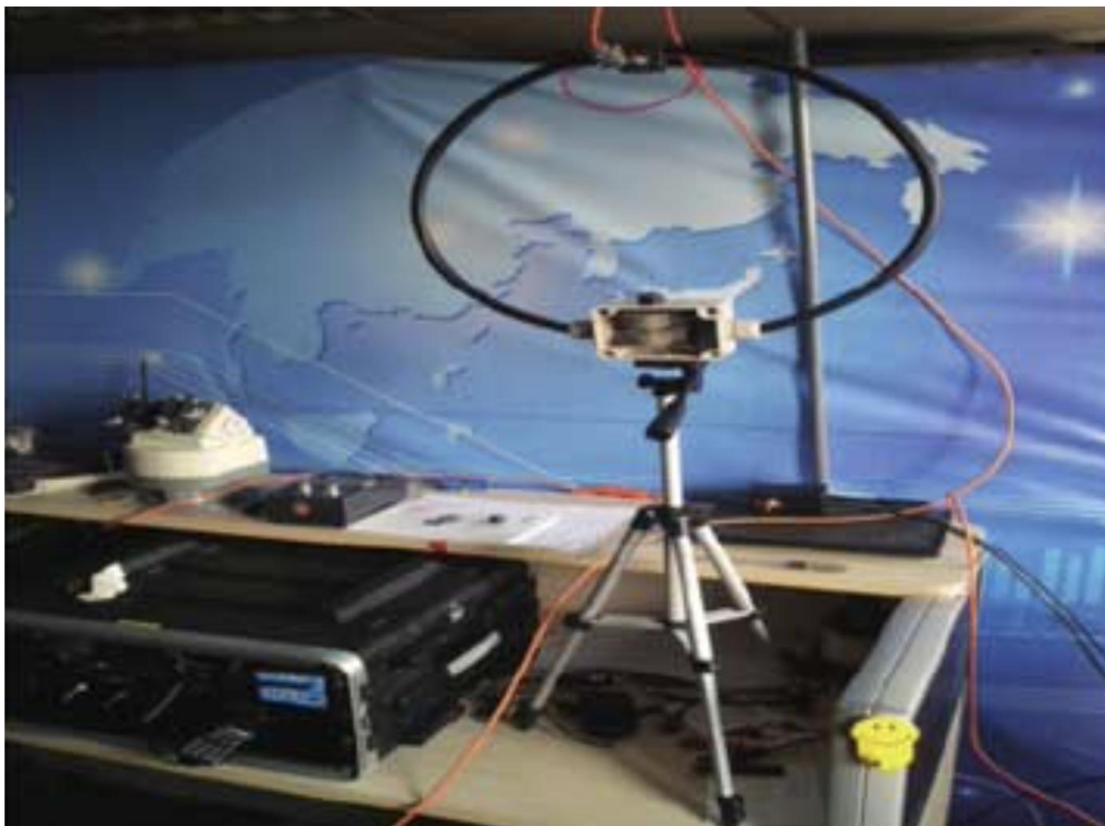


图 6-40 将小环天线固定在三脚架上

3.测试小环天线

将小环天线固定在三脚架上，电台用馈线连接小环天线，设定好接收频率，这时扬声器

中可能很安静，慢慢转动可调电容的旋钮，可以发现当转到某个位置时扬声器中噪声突然变大，这时的电容的位置基本就是天线谐振的位置。将电台切换到 CW 模式小功率发射，再仔细微调电容，可以将驻波调到最低。这副小环天线可以从 7MHz 到 30MHz 频率范围内将驻波调到 1.5 以下。调整驻波不光是个技术活，还得靠感觉摸索。由于没有减速装置，电容只要稍微动一点点，驻波就会无穷大。实在是佩服到访的 BD3CT，他只靠听噪声的大小就可以将各波段驻波调到最低，而我这个制造者还要来回调试好几下才行。

通过使用小环天线，HAM 可在室内清晰地收听各波段上的通联，由于天线在室内，信号强度还是会打些折扣。

使用效果证明，小环天线体积小巧接收性能也不错，完全可以胜任日常听听短波通联，做一些收发信测试的工作。有了这次经验的积累，下一步就可以做大一点的小环天线，以进一步提高天线的效率。另外，如果再给小环天线的调谐电容加装上减速装置以及可自动控制的电机，使用就可以更加方便了。

# 第 7 章 业余无线电收发信机

## 7.1 短波收信机

### 7.1.1 业余无线电通信对收信机的要求

我们用一架好的短波收音机就可以轻而易举地收听到世界各地的广播节目,但用它却收不到业余电台的信号。这是因为业余通信的信号和普通的广播有着很大的区别,它对业余短波收信机提出了一些特殊的要求。

1.频率覆盖要包括业余波段

大多数成品收音机不包括业余波段的频率。如超短波波段的调频（FM）收音机，其收听范围一般多在 88～108MHz，而业余无线电通信常用的 VHF 波段的频率有 50～54MHz 和 144～148MHz，UHF 波段的频率在 430～440MHz 范围内，与广播波段相差甚远。短波收音机也是如此，多数是只考虑广播波段而不包括业余通信频率。

此外，收听业余电台信号对频率调整的精细程度，即“频率步进”和“频率微调”也有较高的要求。有些收音机频率范围虽然足够宽，但调谐步进大（如 1kHz），要想听清楚频带很窄的业余电台信号也十分困难。

2.解调方式要满足业余通信的要求

频率覆盖虽然满足了要求，但要听清楚业余电台的信号还必须解决解调方式的问题。

（1）广播信号的调制与解调。

中波和短波广播电台一般采用幅度调制方式（AM，Amplitude Modulation），超短波广播则采用频率调制（FM，Frequency Modulation）方式。我们主要来讨论一下幅度调制方式。

调幅（AM）是最常见的调制方式之一。它是用音频信号（语言、音乐等）调制高频信号（载波），使载波的幅度随着音频变化，调幅波的波形和频谱如图 7-1、图 7-2 所示。

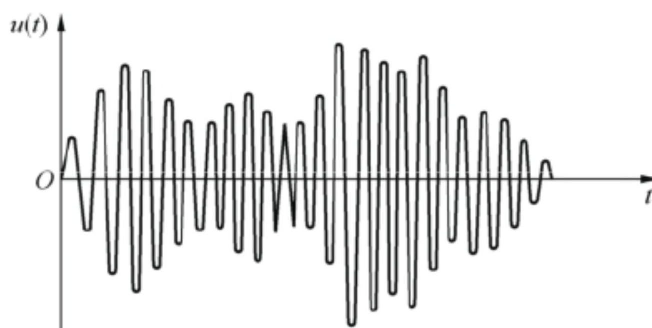



图 7-1 调幅波的波形

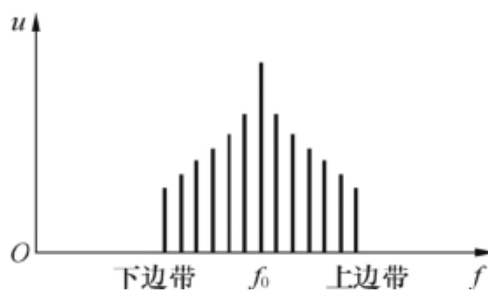



图 7-2 调幅波的频谱

在 AM 接收电路中，通常由二极管检波电路来承担解调任务。当幅度变化的高频率信号

加在检波电路上后，在二极管的单向导电作用之下被“切除”了半幅，高频交流信号变成了幅度随音频变化的脉动直流，滤除其中的高频成分后就能够还原出音频信号了。

对调幅信号的解调虽然容易，但从解调过程中可以看到，调幅信号的一半都只是起了“陪衬”的作用，换句话说，调幅方式的效率是比较低的。业余无线电通信不使用 AM 方式，这也是普通收音机的短波听不到业余无线电通信的主要原因之一。

（2）等幅电报信号的调制和解调。

等幅电报信号实际上就是一串断断续续的载波，其波形如图 7-3 所示。如果不考虑其谐波，等幅电报信号的频谱图如图 7-4 所示，它只含有单一的载波频率。如果我们仍然用 AM 检波电路来处理电报信号，显然就有问题了：AM 检波电路只能检出载波信号的有无，得到的是一串断续的直流信号，人耳难以辨别。为解决这一问题，我们可以人为地制造一个振荡信号，使振荡信号的频率和加到 AM 检波器上的等幅电报信号频率的差值在人耳可听的音频频率范围之内。然后把等幅电报信号和这个振荡信号一起送到检波电路中去。由于检波电路具有非线性，两个频率在这里混合后会产生出一系列新的频率，其中包括这两个频率的差频——音频信号。滤除不需要的高频，选出音频并加以放大，便得到了音频电报信号。

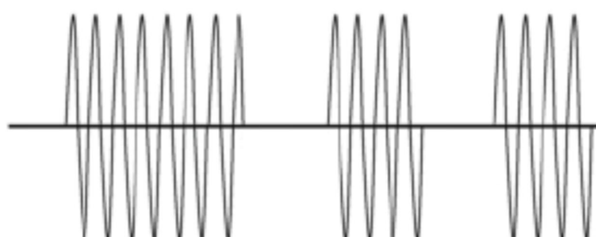


图 7-3 等幅电报信号的波形图



图 7-4 等幅电报信号的频谱图

我们把“制造音频信号”的振荡电路称为“差拍振荡器”（BFO），把上述这种解调方式称为“差拍检波”。在中频为 465kHz 的外差式收音机中，可以利用中波振荡线圈改做差拍振荡线圈，并用如图 7-5 所示的方式接入原有的检波电路中去，也可以如图 7-6 所示利用两端陶瓷滤波器做成简单的振荡器直接装到收音机里，并从电路板上 BFO 振荡三极管发射极焊点处到输出中频的中频变压器底部中间安排一根单端导线作为 BFO 振荡信号的机内天线，让差拍信号通过空间电磁耦合进入检波器。通过上述改装，普通短波收音机也有可能收听到等幅电报信号了。

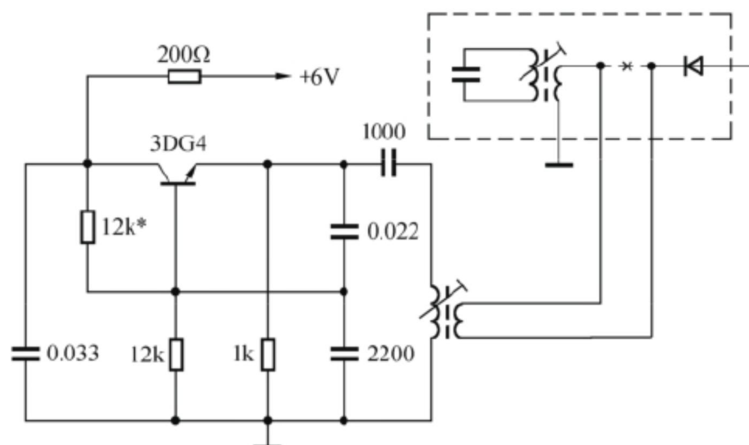



图 7-5 BFO 电路之一

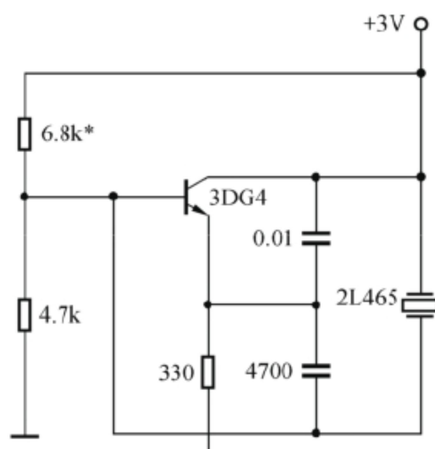



图 7-6 BFO 电路之二

（3）单边带信号的解调。

在介绍等幅电报信号解调过程中，我们提到了两个频率信号一起加到非线性检波器上后，会产生一系列新的频率。现在就来看看在这个频率混合的过程中频谱究竟发生了什么变化。

连续的正弦波只含单一的频率成分。所有非正弦波（包括不连续的“正弦波”）都可以分解为若干不同频率和幅度的正弦波。AM 的载波在没有被音频信号调制时，是连续正弦波，其频率就是载波频率。当载波被调制后，它就不再是正弦波了，其频率成分也发生很大的变化。

以一个单音频 $f_A$ 调制载波 $f_0$ 为例：如果 $f_A$ 为 1000Hz，$f_0$ 为 7MHz，调幅波便含有 3 个基本频率成分。它们分别是 $f_0+f_A=7.001\text{MHz}$；$f_0=7\text{MHz}$；$f_0-f_A=6.999\text{MHz}$。除此之外，还有这些频率的若干次倍频成分也就是所谓“谐波”，这里暂且不讨论。

我们把频率高于载波的 $f_0+f_A$ 称为上边频，把 $f_0-f_A$ 称为下边频。无论是上边频还是下边频，它们都是新增加的频率。

如果现在不是一个单音频，而是语音或音乐去调制载频，情况又会怎么样呢？这时的调制信号含有一群频率，即是一个“频带”，调幅信号的频率成分除载频本身外，上例中的上边频变成了 $f_0+f_{A1}$、$f_0+f_{A2}$……一群“上边频”，我们把它们统称为“上边带”（USB，Upper side band），当然相应的一群“下边频”也就被称为“下边带”（LSB，Lower side band）了。这种调幅波的频谱示意图如图 7-2 所示。

调幅信号的频谱包括了上边频、下边频、载频 3 个组成部分，在调幅信号发射过程中，

这 3 个部分不仅占用了频率，而且还消耗了功率。但实际上在任意一个边带中都包含有音频信号包成分，如果只发射一个边带，岂不是既少占用了频率，又提高了发射效率吗？“单边带”方式（SSB，single side band）正是根据这一思想设计的。在发射前，人们先用音频信号去调制“载波”，然后再设法滤除这个载波频率和其中的一个边带的频率成分，最后再把剩下的一个边带发射出去。业余无线电语言通信广泛运用的是“抑制载波单边带”调制方式。所谓“抑制载波”，是为了避免失真而不彻底滤除载波频率成分。

单边带信号的波形示意如图 7-7 和图 7-8 所示。单边带信号的幅度虽然也会变化，但并不和音频调制信号保持一致，在单音调制时便没有幅度变化。单边带信号的频谱如图 7-9 所示，其中载波 $f_0$ 已被滤除，图上以虚线表示。

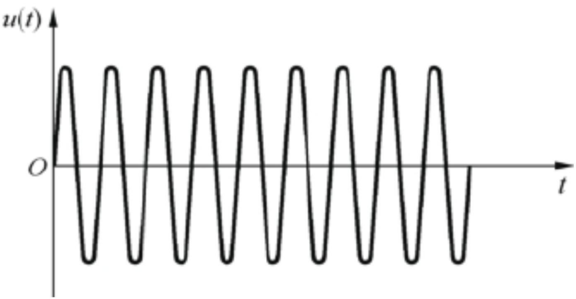



图 7-7 单音调制的单边带信号波形

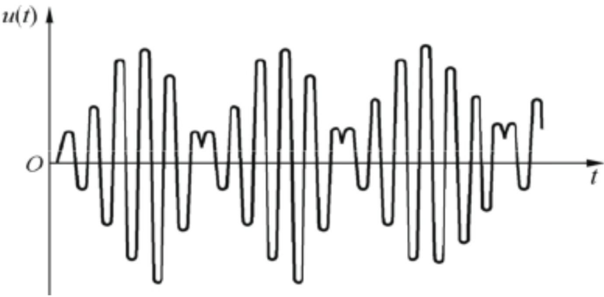



图 7-8 双音调制的单边带信号波形

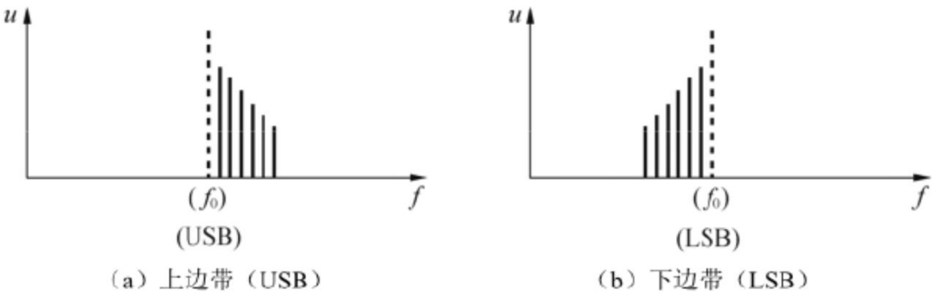



图 7-9 单边带信号的频谱

根据频谱可以看到，虽然单边带“携带”了音频信号，但由于没有了载波，实际收到的只是一群频谱向上或向下平移了的高频信号。这样的一群高频信号如果用普通检波器处理，只会得到一些由于其幅度变化而引起的含糊不清的声音。要得到和发送端完全一致的音频，基本办法就是在收信机内产生一个频率、相位和单边带信号形成前的载波保持严格同步的信号（恢复载波），并将它和收到的单边带信号一起由检波器处理，这时就可以从中检出“载波”频率和音频调制信号这两个频率之差，从而得到所需要的音频信号。

例如，在 7.030MHz 上用下边带（LSB）发送和接收一个 2kHz 音频，经过调制电路发射机内产生了 $f_0+f_A$、$f_0$、$f_0$-$f_A$ 等频率。用边带滤波器滤去上边频和载频，得到下边频

7.028MHz，并把它发射出去。接收端则用同步的 7.030MHz 振荡信号与之混频，并从产生的一系列新频率中选出它们的差频，在本例中也即选出 2kHz 信号。如果是外差式接收机，收到的 7.028MHz 信号经变频可以成为 465kHz 的中频信号。我们可以用 467kHz 的振荡信号与之混频并取其差，也可以还原出 2kHz 的音频来。

为能使接收到的信号稳定不失真，收信机的这些振荡频率要有很高的稳定度。对照前面所述等幅电报解调过程我们不难发现，单边带解调和等幅电报解调从原理上讲十分相似，所不同的是，等幅电报解调得到的音频并非发送端原有，只不过是为了使接收者能听到电报信号而人为造出来的，所以这个音频的频率没有严格规定，也即对差拍振荡器的频率没有严格要求，只要能差出音频就行。而单边带信号所恢复的音频，是发送端的原有调制信号，如果“差拍振荡器”的频率不准或是不稳定，得到的音频将和原来的声音完全不同，会严重失真，这当然不行。根据这一原理可以设想，如果我们用接收等幅电报的方法收听单边带语音信号应该是可行的，关键问题是要保证本机振荡、差拍振荡的频率有较高的稳定度。而且接收端并不知道发送端的音频频率是多少，所以接收端在听到了信号后需要非常仔细地调整差拍振荡频率（或差拍振荡频率固定不变，微调接收频率），以得到能够听清楚的语音为准。

3.灵敏度要高

在整个短波波段中，业余电台的信号是非常弱小的。因为业余电台的发射功率通常都不会很大。与之相比，广播电台的信号则十分强大，它们的发射功率都是十千瓦、百千瓦级的。所以，普通的短波收音机不需要很高的灵敏度，而收信机则要有很高的接收灵敏度。比如市场上的一般十波段收音机，其短波段灵敏度大约只有 100μV，而专门的收信机，在单边带或等幅电报状态下的接收灵敏度在几微伏以下，二者之间的差距十分显著。

如果想利用收音机收听业余通信，除了天线要很好外，接收灵敏度也要设法提高。改进的方法一般是加装高频放大器。加宽带放大器比较方便，但效果不容易搞好，尤其是高输入阻抗的放大器，容易被强广播信号干扰。加装调谐式高放的效果比较好，但对整机结构的影响大，改装难度较高。

**7.1.2 收信机介绍**

1.239 型全晶体管收信机

239 型收信机是 20 世纪 70 年代国产短波收信机，可以算作古董了。该机全部采用锗晶体管，交直流两用。它的主要性能指标有以下几项。

① 频率范围：1.5～30MHz，共分 6 个波段。

② 灵敏度：

| 频率范围（MHz） | CW 灵敏度 | AM 灵敏度 |
|---|---|---|
| 1.5~15 | 优于 3μV | 优于 7μV |
| 15~30 | 优于 5μV | 优于 10μV |

③ 工作种类：等幅报、调幅报、调幅话。

④ 天线输入：400Ω，不平衡式

⑤ 选择性：CW 方式　-6dB（注）　5kHz；
　　　　　　　　　　-40dB　　14.5kHz。

⑥中频频率：第一中频 1.335MHz；
　　　　　　第二中频 465kHz。

注：“dB”即分贝，用以表示两个功率（或电压）之间的相对倍数关系。相对功率（或电压）的分贝数和两者的比值有如下关系：

$$dB=10\lg10\left(\frac{功率1}{功率2}\right)$$
$$=20\lg10\left(\frac{电压1}{电压2}\right)$$

2.德生（Tecsun）S-2000 型无线电接收机

这是一款高端收音机，接收频率范围包括调频、长波、中波、短波（调幅和单边带）以及航空波段，可以用于收听业余无线电短波电台的语音、电报等通信信号。

S-2000 接收机的调幅接收电路运用了二次变频、场效应管平衡混频、高频增益控制、可变中频宽/窄通带、多级自动增益控制等技术，还设有内置、外接天线选择开关等功能，大大提高了接收能力。

另外，这款收信机还专门为无线电爱好者设置了一个 455kHz 中频输出插口，供无线电爱好者用于 DIY 外置的同步检波器、软件无线电（DSP）解调器、数字中短波广播（DRM）解调用的 455/12kHz 变频器等实验，颇具特色。

3.DIY4 波段短波业余无线电收信机

这是 BD4RG 卜宪之先生研制的一款便携式短波收信机，可以接收业余波段的 40m CW/LSB、20m CW/USB、15m CW/USB、10m CW/USB4 个业余电台常用波段。这台收信机由双栅效应管组成调谐高放（输入单调谐，输出双调谐），二极管平衡混频、两级双栅场效应管组成中放，中频变压器加晶体中频滤波，三级 AGC，使整机具有较高的灵敏度、较好的选择性和大动态范围。

该收信机原理框图如图 7-10 所示，外观如图 7-11 所示。

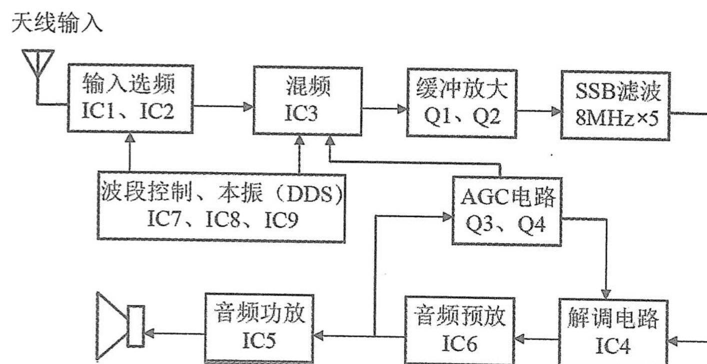



图 7-10 4 波段收信机原理框图




图 7-11 收信机外观

从图 7-10 可以看出，此接收机是一个典型的一次变频超外差接收机电路。Q6 组成的调谐放大器作为高放电路，分别对应 40m、20m、15m、10m 4 个波段。D3～D6 组成的二极管平衡混频器将来自高放的接收信号和本振信号混频，经 6 只 9 兆晶体组成的 SSB 滤波器滤出中频后送往中放。经过 Q1、Q2 两级中频放大后的信号一路送往 NE602 进行解调，之后经 LM386 放大后推动扬声器，或经过 CW 滤波、LM386 放大后推动扬声器；另一路则送往 AGC 电路，D1、D2 对信号检波，经 Q3、Q4 的放大后分别提供 AGC 电压及 S 表信号。

此接收机设计成在 40m 波段时为高本振，20m、15m、10m 波段为低本振，只用一个边带载频即可以完成对 40m 波段的 LSB 及其他 3 个波段的 USB 解调。

收信机的主要技术参数如下：

① 接收频率范围：7～7.3MHz、14～14.35MHz、21～21.45MHz、28～29.7MHz。

② 频率步进：10Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz、1MHz。

③ 存储频点：可存储用户任意设置的 20 个频点。

④ 工作模式：USB、LSB、CW。

⑤ 电源：电压 10～13.8V，电流不大于 350mA。

⑥ 机箱尺寸：200 mm×72 mm×176mm。

4.电视棒软件收信机 SDR

电视棒（Digital TV Stick）是近些年市场上流传的一种软件无线电接收机的迷你型硬件平台。电视棒有一个天线接口和一个 USB 接口，可以把天线上接收到的广播电视信号转换成数字信号，再通过计算机软件进一步处理，使用户可以用计算机收看无线广播电视节目。国内外许多爱好者利用电视棒再配上 SDR 软件，用来接收各种不同模式的无线电信号。

电视棒的接收频率范围一般为 60～1700MHz，不少爱好者利用其内部芯片上空闲的输入端口，把接收范围扩展到了 0～30MHz，使它变成了一款全波段软件业余无线电接收机。

关于电视棒收信机的应用详见本章 7.1.4。

### 7.1.3 收音机改装简易收信机实验

这是一个利用普通中、短波两波段晶体管收音机改装成简易收信机的实验，可以帮助初学者全面了解短波收信机的工作原理和装配调试过程，通过动手实践收获成功的乐趣。

改装后的收信机接收频率范围为业余波段 7.0～7.1MHz 和中波波段 535～1605kHz。业余波段可接收单边带（SSB）及等幅报（CW）信号，中波为调幅（AM）方式。电原理图如图 7-12 所示。市面上有多款两波段晶体管收音机套件，其原理大同小异，都可以参照本案例进行改装实验。

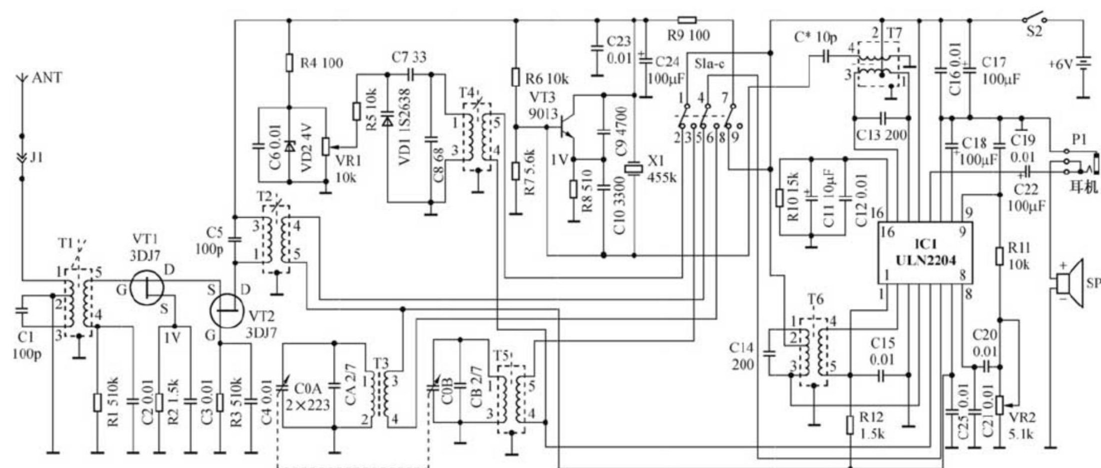



图 7-12 简易两波段收信机电原理图

1.业余波段工作原理

（1）高频放大部分。

如电路图 7-12 所示，信号经天线插座 J1 进入。T1 与 C1 及外接天线共同组成的谐振回路谐振于 7.050MHz 左右，对信号进行预选。两只场效应管 VT1 和 VT2 构成了“共源共栅”级连放大器。被直接放大了的信号由 VT2 的漏极（D）输出到 T2。T2 的中心谐振频率也是 7.050MHz，它对放大了的高频信号进行再选择并通过波段开关的 5-4 端送往集成电路 IC1 的第 6 脚。R1、R3 分别为 VT1、VT2 提供一个栅负压，而 R2 控制了流过两个管子的

静态直流电流。C1、C5 分别为两个高放回路的谐振电容。

（2）本机振荡部分。

T4、C8、C7 及变容二极管 VD2 构成本振谐振回路。电位器 VR1 经 R5 给 VD2 提供了一个 0～4V 可变直流电压，用以控制 VD2 的结电容，改变本振频率。由于本振频率直接影响到收信稳定性，所以电路中增设了 3.9V 稳压二极管以及 R4、C6 两个滤波元件。本机振荡信号经 T4 与中波振荡线圈相并接的 4 脚送到 IC1 第 5 脚。

（3）变频及收听信号的选择。

经高频部分放大了的信号和本振信号一起被送进集成电路的变频器。在这里，收到的各种信号与本振信号分别产生出它们的差频及和频。第一中频变压器 T6 谐振于 456kHz，前面所说的两个信号中，只有两者频差刚好等于 456kHz 的信号可以通过，其他的都“落选”。波段开关的 1-2 和 7-8 相通的时候，电源与高频放大及短波本振电路连通，把波段开关弹出，这两部分便停止工作，整机转为中波收音。

（4）中频放大器。

IC1 内部包含了一个增益较高的中频放大器，将第一个中频变压器 T6 初步选出有用信号放大，然后再送到 T7 第二个中频变压器，再一次选频。

（5）差拍振荡器与差拍检波。

对于普通的调幅（AM）收音机来讲，只要有了中频信号，ULN2204 集成电路就可以轻松地将其通过内部的检波器及音频放大电路将广播信号还原了。但业余电台不同，其语音信号大部分为“单边带”方式的信号，电报信号则是本身不含音频成分的断续的高频等幅波。这些信号用普通的检波方式处理只能得到一些含混不清的噪声。

为能实现对单边带信号和等幅电报信号的解调，可以在接收机收到的高频信号或经过变频的中频信号中加入一个与上述信号相差约 1000Hz 的“差拍振荡信号”，然后经检波之后滤出高频（或中频）和差拍振荡两频率的差频——音频，即电报声音或还原了的语音。关于单边带和等幅电报解调原理，请阅本章前面的有关内容。细心地调整振荡器，便有可能听清单边带语音信号。当然，通过调谐听清单边带信号也是业余电台收信的一个基本技巧，需要细心体会。

为了改善选择性及提高灵敏度，本电路采用了中频差拍振荡器。本电路中三极管 VT3 以及 C9、C10、455kHz 两端陶瓷滤波器 X1、R6、R7、R8 构成了一个晶体振荡器。其振荡频率由 X1 确定在 455kHz。此信号经 C 送到中频变压器 T7 次级并经 T7 初级与中频信号（即经变了频的接收到的信号）一起输入至集成电路的检波器。我们将两个中频变压器的谐振频率调整为约 456kHz（与 455kHz 相差几百至一两千赫兹）。仍以前例 1kHz 单音频经单边带电路发出的 7.049MHz 信号，我们只要将本机振荡频率调至 7.505MHz（利用装在机壳上的 VR1 电位器调节），两者相差得到 456kHz 中频，经放大后与 455kHz 差拍振荡信号一起进入检波器，中频信号与差振信号又一次混频，产生出这两个信号的差频——1kHz 音频，这正是对方发过来的信号。差拍振荡器的工作电压是经 R9 和波段开关的 7-8 端供应的，当工作于中波时差拍振荡器不工作。

语音信号不是单一频率信号，所以实际情况要复杂得多。但是，只要使中频变压器的谐振频率与 455kHz 差振频率保持一个合适的差值，再细心调整本振频率，我们就可以听到比较满意的单边带语音及电报信号。对于语音来说，频率有几十赫兹的变化就可能使声音“面目全非”，而稍微调一下中频变压器其谐振频率就能变化数百甚至数千赫兹，而且其稳定性也并非那么好，这就使中频变压器 T7 的调整成为本机能否满意收听单边带语音信号的关键。实践证明，在收听到语音信号的同时进行调整可起到事半功倍的效果。

（6）音频放大。

本机音频放大由 IC1 完成，并由其 12 脚经 C22 送往扬声器或耳机。T3 是中波波段的

天线调谐回路。磁棒上感应的信号经 T3 与 C0A 及 CA 构成的谐振回路初选后经波段开关 6-4 端送至 IC1 的 5 脚。接收到的信号与本振信号在 IC1 内混频，产生 456kHz 左右的中频信号并经两只中频变压器的选择及集成电路放大，又经过检波解调，最后送到扬声器。

2.调试方法

（1）本机直流工作状态一般不需调整。

将波段开关置于中波波段，串入电流表，开机后音量最小时约为 10mA。将音量开大，应有明显沙沙声。转动双连度盘，应能收到当地广播电台，且最大音量时总电流约为 50mA。再将波段开关转换到短波位，将音量开到最小，正常情况下电流应较前面的最小值增加 2mA 左右。此时开大音量应有较大噪声，用起子刮碰天线接线柱能使扬声器发出明显响声。R2 上端约 1.5V，R5 上端约 1V，VD2 上端约 3.9V。

（2）调整短波收听频率范围。

为保证本机工作于 7MHz 业余波段，建议在装置本机前先装置一个与本机配套的 7.050MHz 晶体振荡器，利用它作为调试的信号源。

将波段开关置于短波位，音量适中。此时旋动电位器 VR1，噪声应有小的变化。把 VR1 旋至中间位置并固定不动。

打开自制晶体振荡器并靠近收信机，先用无感起子将 T4 的磁帽旋动退至最上位置，然后再缓慢向下旋。应能听到一个音调由高到低而后又变高的啸叫声，调至音调最低处（即零拍点）时停止。将自制晶体振荡器移开或关闭，此时若啸叫声也停止，说明调整成功，否则再调。注意周围是否还有其他同类信号发生器或电台正在工作，以免误调。

逐渐增加与收信机的距离，使收信机保持刚好能听到其信号，反复细心地调整 T2 和 T1，使听到的信号最大。

如果没有信号发生器，则需借助附近的业余电台发出的信号用以上同样的方法进行调试。T4 变化范围比较大，不正确调整将使本机短波可接收范围远离业余频段。

（3）调整中频。

在完成对 T2 和 T1 调整的基础上再将晶体振荡器移远，使收信机保持刚好能听到其信号，细心调整 T6、T7，使信号最强。T7 的调整是本机能否听清单边带语音的关键，能使语音清晰的范围很窄。节假日的白天、平时中午，国内不少业余电台在这个波段上相互联络，早晚还有许多日本、韩国业余电台出现。接上 4～6m 长室外天线，仔细调节 VR1，在收到上述业余电台语音信号后再微调 T7，使之能听清。

本电路在收听强单边带语音信号时（如附近的业余电台），有可能出现较弱的差拍振荡的频率会被强信号“牵引”到中频频率上而失去作用，听不清强台。建议增设一只衰减开关。将一阻值几十欧姆的电阻与一开关串联后接于 T1 次级，出现强信号时合上开关使电阻并联于 T1 次级。减小 R10 可降低中放增益，如将此电阻改成电位器也可用于衰减，但当阻值小于 10kΩ时，开机时本振级可能难以启动。

由于装置本机主要目的是收听 7MHz 业余波段，所以不在接收中波状态下调整中频。中波部分的频率覆盖及跟踪调整请参照其他有关书籍。

### 7.1.4 RTL-SDR 软件无线电接收机入门应用

RTL-SDR 是一种非常便宜的入门 SDR（软件无线电）设备（见图 7-13），俗称“电视棒”。它原先是基于 RTL2832U 芯片量产的 DVB-T（数字地面电视广播）接收设备。在国外开源移动通信组织 Osmocom 以及多位爱好者的共同努力下，经过使用修改后的驱动程序可以直接访问 RTL2832U 芯片组上的原始 I/Q 数据，配合各种 SDR（见图 7-14）软件可以进行各种模式无线电波的接收实验和研究。




图 7-13 RTL-SDR 套件

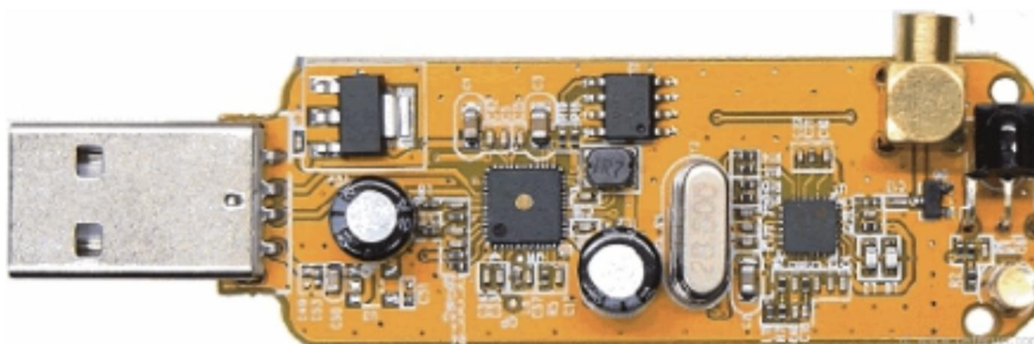


图 7-14 RTL-SDR 接收机内部

DVB-T 是欧洲广播联盟在 1997 年发布的数字地面电视广播传输标准，主要在欧洲、非洲、澳大利亚推广使用，我国因为有自主开发的 DTMB 标准故而无法使用该设备直接接收数字电视信号。因供大于求，市场上存货很多，所以爱好者可以用很低的价格得到一个性能尚可接受的 500kHz（需修改硬件或软件）至 1.75GHz 的宽频段全模式（需要软件支持）接收机，这在多年前是不可能实现的愿望，因此电视棒在业余无线电界迎来了新的春天。

1. 技术指标

RTL2832U 输出 8 位 I/Q 采样，理论上可能的最高采样率为 3.2MS/s，但是，到目前为止，已通过常规 USB 控制器测试的可正常工作的最高采样率为 2.4MS/s。市场上主流电视棒的调谐芯片频率范围如表 7-1 所示。

表 7-1 调谐芯片频率范围

| 调谐芯片 | 频率范围 |
| --- | --- |
| Elonics E4000 | 52～2200 MHz |
| Rafael Micro R820T | 24～1766 MHz |
| Rafael Micro R828D | 24～1766 MHz |
| Fitipower FC0013 | 22～1100 MHz |
| Fitipower FC0012 | 22～948.6 MHz |
| FCI FC2580 | 146～308 MHz和438～924 MHz |

从上表数据来看 E4000 芯片接收范围最宽，但因芯片生产较早，技术指标一般，又因

停产市场保有量不高价格反而上涨，本文不做推荐。R820 芯片是目前较为主流的芯片，性能较好且价格便宜，推荐使用。

2. RTL-SDR 主要应用范围

电视棒可以在涉及业余无线电接收的所有场景下使用，非常适合入门级业余无线电爱好者进行各种通信模式的了解、学习和研究活动，以及用于发射前的设备自我调试工作。符合业余无线电活动多倾听、多了解、多试验再发射的准则。

以下为主要的电视棒入门应用场景：

（1）全波段、全模式广播接收；

（2）业余无线电通信全波段、全模式收信机；

（3）解码 APRS 数据包，配合树莓派等建设 APRS 网关；

（4）作为频谱分析仪；

（5）接收 NOAA 气象卫星图像；

（6）业余卫星接收、遥测信号解调；

（7）解调数字语音传输，例如 P25/DMR/D-STAR 等；

（8）搭建低成本 websdr（在线软件无线电接收机）；

（9）Android 设备上将 rtl-sdr 用作便携式无线电扫描仪；

（10）监测流星散布；

（11）射电天文学研究；

（12）接收数字短波广播（DRM）；

（13）解调数字业余无线电业余通信，例如 PSK/ RTTY/SSTV/FT8/JT65 等；

（14）结合在线地图和互联网技术，多点位多路径自动无线电测向。

3. 主流软件

RTL-SDR 软件在 Windows 尤其是 Linux 下非常丰富，以下介绍几款常用的、人机界面较好的 SDR 软件。

（1）SDR #（Windows）（免费）。

SDR #（发音为“SDR Sharp”）是目前正在使用的最受欢迎的免费 RTL-SDR 兼容软件（见图 7-15）。与其他 SDR 软件相比，它使用起来相对轻松，并且设置过程简单。它具有模块化插件类型体系结构，并且许多插件已由第三方开发人员开发。没有任何第三方插件的基本 SDR # 软件包括一个标准的 FFT 显示和瀑布，一个频率管理器，一个录音插件和一个数字降噪插件。SDR # 还解码来自广播 FM 的 RDS（利用 FM 副载波调制电台名称、节目单等数字信息）。

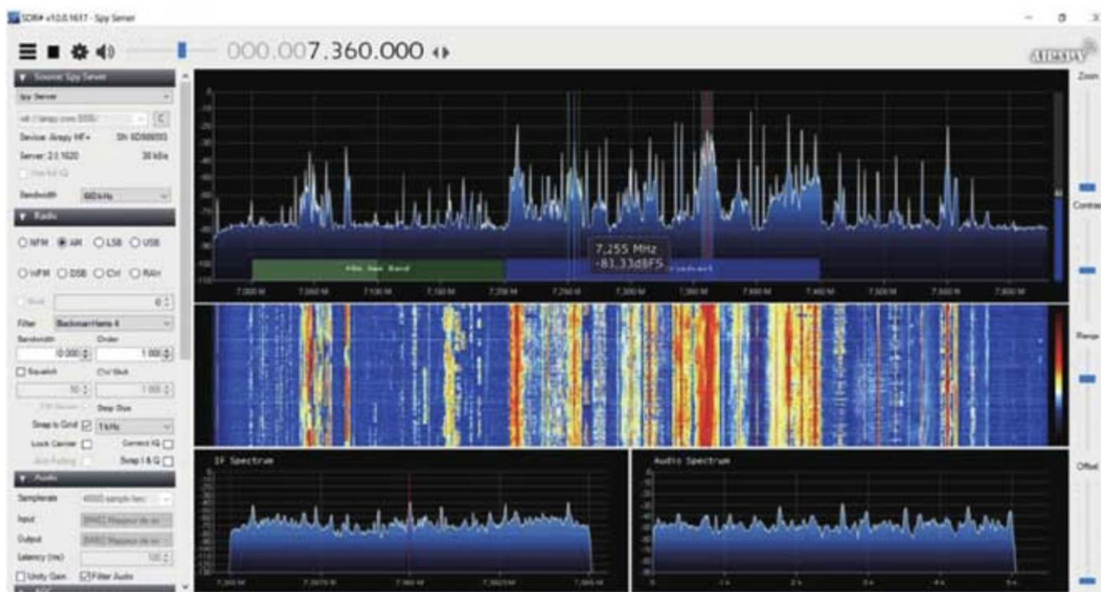



图 7-15 SDR#界面

（2）HDSDR（Windows /免费，见图 7-16）。




图 7-16 HDSDR 界面

HDSDR 基于旧的 WinRAD SDR 程序，通过使用 ExtIO.dll 模块来支持 RTL-SDR。要安装 HDSDR，请从 HDSDR 主页上的链接下载程序，然后使用 RTL-SDR，您需要下载 ExtIO_RTL2832.dll 文件并将其放置在 HDSDR 文件夹中。打开 HDSDR 时，选择新复制的 ExtIO_RTL2832.dll。除了 FFT 显示和瀑布显示之外，HDSDR 还具有一些其他高级功能。用户还将在屏幕底部找到音频 FFT 和瀑布显示。也可以通过拖动显示屏上的过滤器边框对

输出音频进行带通过滤。带通滤波音频可以真正帮助清除噪声信号。音频处理还支持手动或自动放置陷波滤波器。还有降噪功能，以及自动将频率居中的自动频率居中算法。

（3）SDR-RADIO.COM V3（Windows /免费，见图 7-17）。

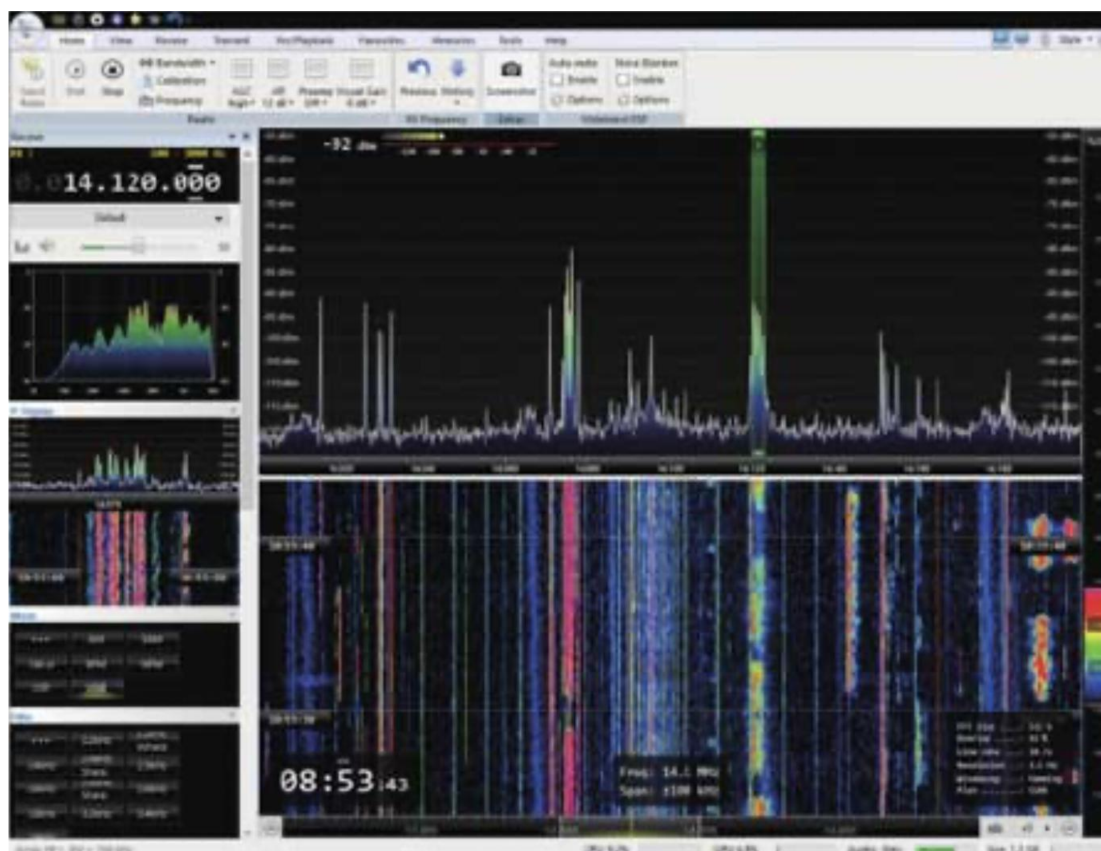



图 7-17 SDR-RADIO.COM V3 界面

SDR-RADIO.COM V3 同样是受欢迎的 SDR 程序，具有很多高级功能。因此，与 SDR # 和 HDSDR 相比，它的学习和使用要困难得多。与 HDSDR 一样，SDR-RADIO 不仅具有 RF FFT 信号和瀑布显示，而且还具有可选的音频频谱 FFT 和瀑布显示并可方便地同步传统收发信机，为传统收发信机增加一个豪华的频谱界面。SDR-RADIO 内置还有一些 DSP 功能，例如噪声抑制器、降噪滤波器、陷波滤波器和静噪选项。SDR-RADIO 还内置了 PSK、RTTY 和 RDS 解码器，另外还内置了完整的卫星跟踪功能。SDR-RADIO V3 还具有出色的远程服务器，使您可以轻松地通过网络设置并连接到远程 RTL-SDR 服务器。SDR-RADIO 也持续保持更新节奏，不断优化各部件功能，最近还加入了 QO-100（首颗同步地球轨道业余卫星）的收发功能和录屏等功能。可以说 SDR-RADIO V3 是一款极其强大的 ALL IN ONE 的免费 SDR 软件。本文将用此软件介绍如何使用 RTL-SDR。

（4）GQRX（Mac OS / Linux /免费，见图 7-18）。




图 7-18 GQRX（Mac OS / Linux）界面

GQRX 是一个免费的易于使用的 SDR 接收器，可在 Linux 和 Mac 系统上运行。就功能和易用性而言，它与 SDR # 类似，但没有插件。GQRX 带有标准的 FFT 频谱和瀑布显示以及许多常见的过滤器设置。

（5）Studio1（Windows /付费，见图 7-19）。



图 7-19 Studio 界面

Studio1 是具有高级 DSP 功能的非免费商业 SDR 接收器，据称具有所有通用 SDR 软件中最低的 CPU 使用率。Studio1 通过使用 ExtIO.dll 模块来支持 RTL-SDR。Studio1 声称它具有非常高效的 DSP 引擎，可以在较旧的计算机上很好地运行。

（6）OpenWebRX（基于 Python /免费，见图 7-20）。




图 7-20 OpenWebRX 界面

基于 Web 的服务器和界面，用于远程访问 RTL-SDR。同时还有一个在线共享的全球 OpenWebRX 接收器的活动列表 sdr.hu。目前 OpenWebRX 现在已停止开发，但是代码是开源的，并且有其他分支正在继续开发，添加了各种数字模式的在线解调功能。

（7）SDR Touch（Android / Kindle /试用/付费，见图 7-21）。

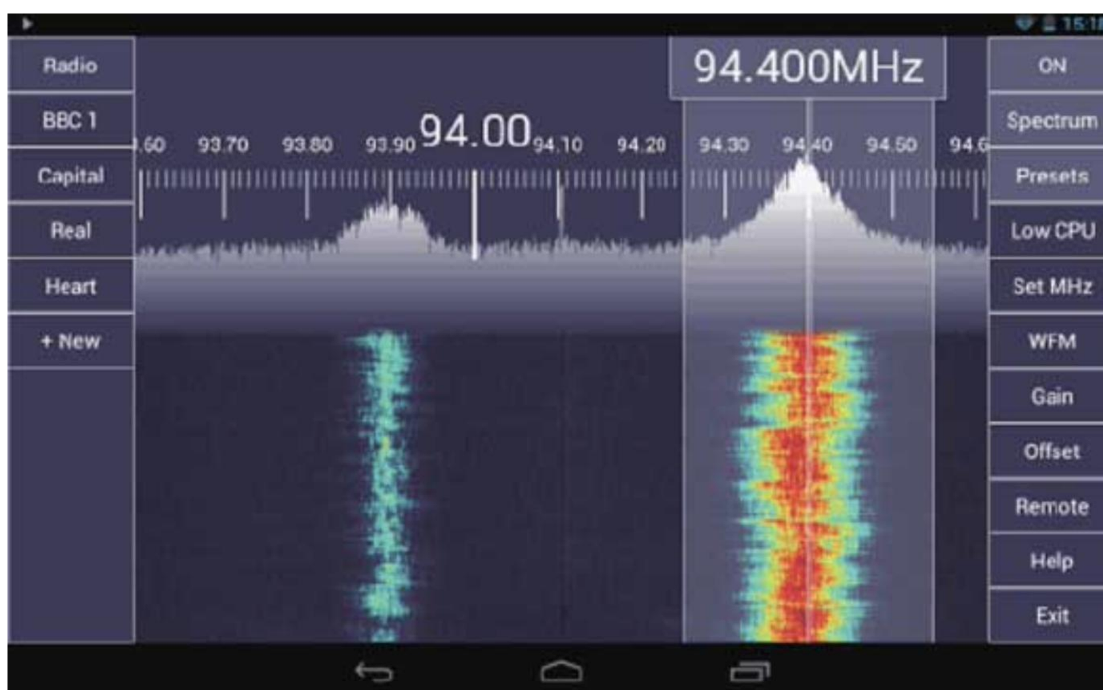



图 7-21 SDR Touch 界面图

SDRTouch 是第一个基于 Android 的 RTL-SDR 软件接收器。有一个免费的受限制的试用版，可以从 Google Play 商店购买完整版。此外还需要 USB OTG 电缆将 Android 设备连

接到 RTL-SDR 设备。SDR Touch 具有多种标准功能，例如 FFT 频谱和瀑布显示，WFM / FM / AM / SSB 调谐和频率管理器。

（8）PowerSDR（Windows /免费，见图 7-22）。




图 7-22 PowerSDR 界面图

PowerSDR 是与 FlexRadio SDR 硬件一起使用的 SDR 接收器。通过使用 RTL_HPSDR 转换服务器程序，它与 RTL-SDR 兼容。PowerSDR 能够同时支持 4 个 RTL-SDR 备。

4. RTL-SDR 与 SDR-RADIO V3 使用简要说明

（1）驱动安装。

下面以目前市场较为主流的 R820T2 调谐芯片的电视棒来介绍 SDR-RADIO V3 软件的使用。首先下载 SDR# 并得到 sdrsharp-x86.Zip 的压缩文件，解压后运行目录中 install-rtlsdr.bat 批处理文件会自动下载电视棒运行的所需插件和驱动安装程序 zadig.exe，如图 7-23 所示。

| 名称 | 修改日期 | 类型 | 大小 |
|---|---|---|---|
| ADSBSpy.exe | 2019/11/7 22:08 | 应用程序 | 88 KB |
| airspy.dll | 2019/9/15 21:20 | 应用程序扩展 | 85 KB |
| airspy_adsb.exe | 2019/11/7 22:02 | 应用程序 | 119 KB |
| AirspyCalibrate.exe | 2019/10/29 7:58 | 应用程序 | 123 KB |
| AirspyCalibrate.exe.config | 2019/9/24 2:06 | CONFIG 文件 | 1 KB |
| airspyhf.dll | 2019/8/29 19:46 | 应用程序扩展 | 139 KB |
| AstroSpy.exe | 2019/10/29 7:58 | 应用程序 | 72 KB |
| AstroSpy.exe.config | 2019/8/24 23:13 | CONFIG 文件 | 1 KB |
| BandPlan.xml | 2019/8/26 14:16 | XML 文档 | 11 KB |
| FrontEnds.xml | 2017/10/22 6:23 | XML 文档 | 1 KB |
| hackrf.dll | 2015/9/21 16:43 | 应用程序扩展 | 78 KB |
| httpget.exe | 2015/9/21 16:43 | 应用程序 | 188 KB |
| install-rtlsdr.bat | 2019/8/1 15:46 | Windows 批处理... | 1 KB |
| libusb-1.0.dll | 2015/9/14 9:00 | 应用程序扩展 | 95 KB |
| LICENSE.txt | 2015/9/19 22:41 | 文本文档 | 3 KB |
| modesparser.dll | 2019/11/7 22:04 | 应用程序扩展 | 75 KB |
| msvcr100.dll | 2015/9/14 5:06 | 应用程序扩展 | 756 KB |
| Plugins.xml | 2019/9/24 2:45 | XML 文档 | 2 KB |
| PortAudio.dll | 2016/8/9 23:59 | 应用程序扩展 | 80 KB |
| pthreadVCE2.dll | 2015/9/21 16:43 | 应用程序扩展 | 61 KB |

图 7-23 解压后的文件目录

运行目录中新增加的 zadig.exe 文件，在 Options 菜单中将 list All Devices 打钩（见图 7-24），此时下拉列表中显示全部 USB 设备，依次点选“Bulk-In,Interface（Interface 0）”和“Bulk-In，Interface（Interface 1）”，分别安装驱动后即可在 SDR # 和 SDR-RADIO V3 等 Windows 下的 SDR 软件中使用电视棒。




图 7-24 zadig.exe 文件的 Options 菜单

（2）下载 SDR-RADIO V3。

登录 SDR-RADIO 网站，在下载页面下载最新版软件。网站有详细的软件功能介绍和更新说明，应仔细阅读。

（3）SDR-RADIO V3 软件添加 RTL-SDR 设备。

SDR-RADIO V3 软件可以支持众多主流的 SDR 设备，同时支持各种设备的远程在线应用。下载安装包后按照提示逐步安装，安装完成运行程序后跳出窗口中选择 Main 主窗口进

入程序界面（见图 7-25 和图 7-26）。

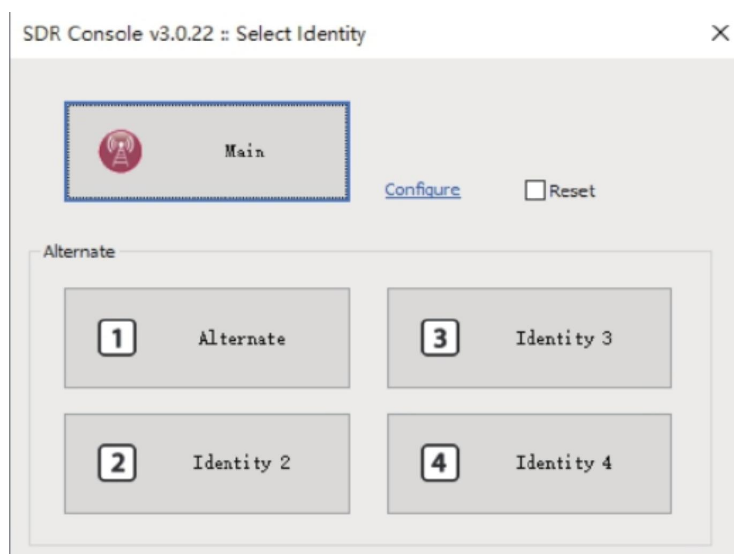



图 7-25 选择“Main”进入程序界面




图 7-26 程序界面

Home 菜单中点击 Select Radio 按钮跳出窗口中点击 Definitions 按钮后跳出窗口中点击 Search 按钮，在下拉菜单中找到 RTL Dongle USB 选项，如果之前的驱动安装正确会自动识别到一个 RTL-SDR 设备，点击跳出窗口中的 ADD 按钮将新设备增加到列表（见图 7-27）中即可。其他型号 SDR 设备添加方法类似。

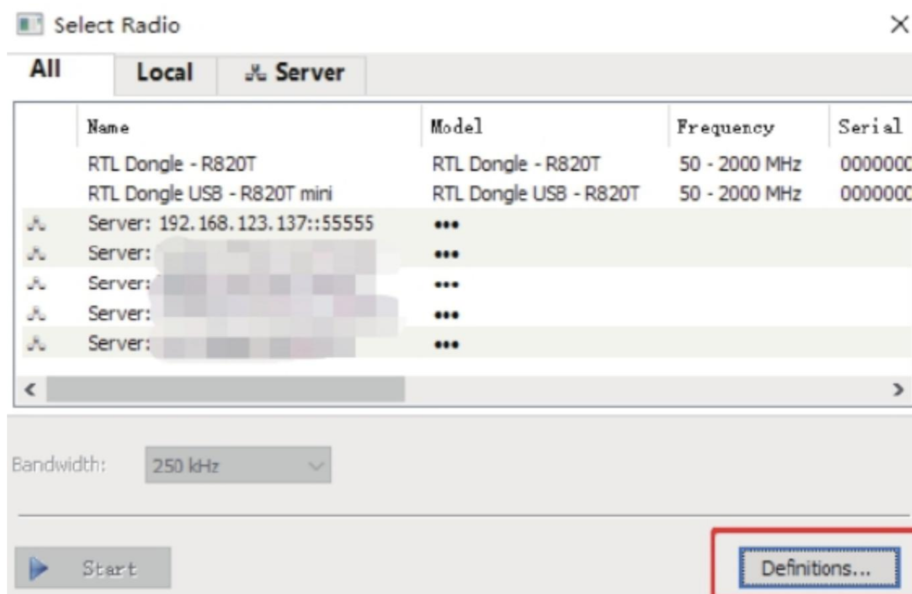



图 7-27 设备列表

（4）SDR-RADIO V3 使用简介。

软件 Home 窗口（见图 7-28）主要分为频谱显示、接收机功能调整、SDR 参数调整等区块，所有调整均可通过鼠标点击或者拖移等来操作。使用上与传统接收机类似，较容易上手，但可以通过自定义设置如滤波器带宽、DSP 参数等传统接收机无法实现的性能。RTL-SDR 可以同时显示 2.4MHz 带宽的频谱，所见即所得也是传统接收机无法得到的愉快操作。

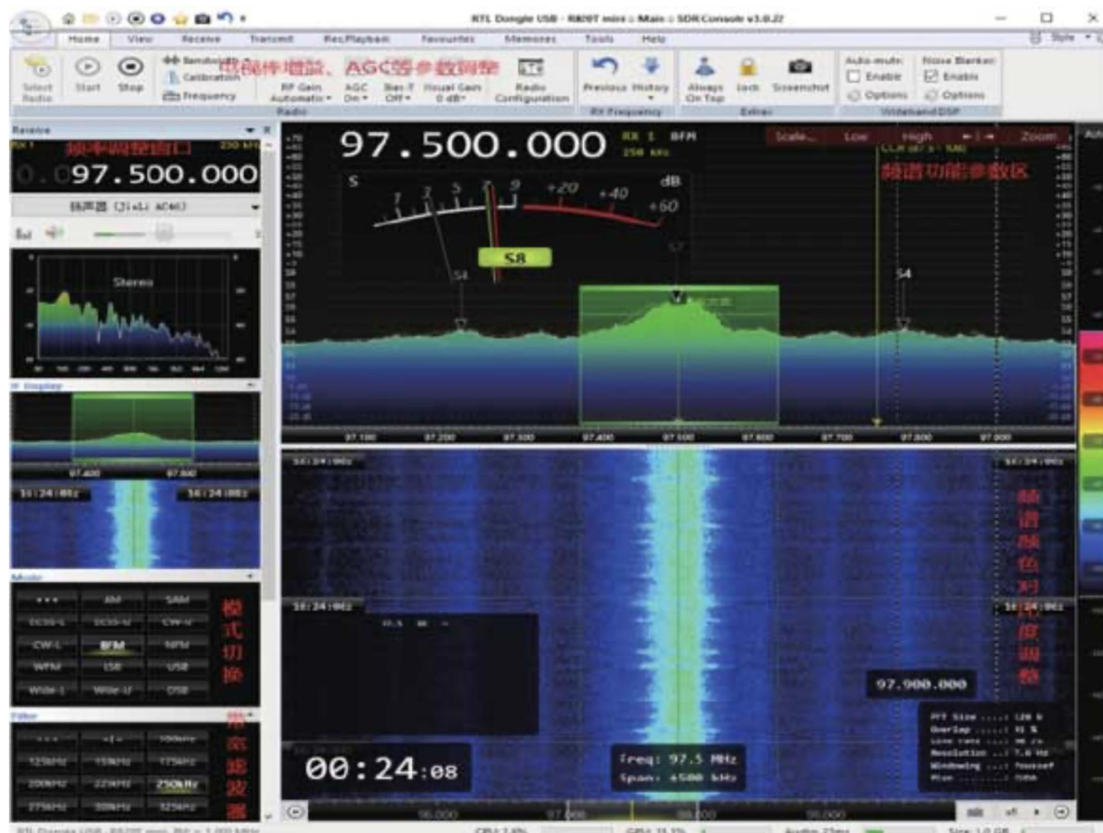



图 7-28 软件 Home 窗口

View 窗口主要提供软件视觉参数调整，如频谱色彩、对比度、速度、S 表显示单位、时间和 dx 信息各种参数在频谱上是否显示等设置。软件额外提供的各种扩展功能也在此菜单中选择是否使用（见图 7-29）。

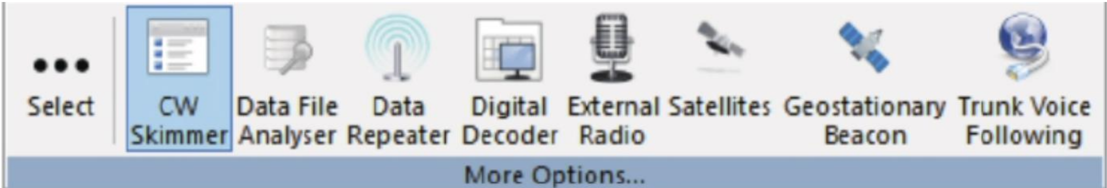



图 7-29 软件扩展功能菜单

Receive 菜单主要提供如多个窗口同时接收，AM/FM 模式带宽 EQ 参数的设置等功能。

Transmit 菜单主要提供具有发射功能的 SDR 设备的各参数设置，使用电视棒该功能为灰色。

Rec/Playback 菜单也是软件的强大功能，可以直接录制回放频谱或音频信号，目前还提供了录制窗口 MP4 视频的功能，便于爱好者社交圈交流分享。

Favourites 菜单主要提供业余波段、商用波段、FM 波段的频率数据库，爱好者可以自行添加或更新，是收听爱好者使用较多的功能。

Memories 菜单主要供使用者自行存储频道，类似传统数字调谐收音机的快捷存储键，供快捷的切换需要的广播频点。

Tools 菜单提供 DX Cluster、在线 SDR 服务端等设置。

（5）RTL-SDR 业余卫星接收。

近些年空中业余卫星数量不断增加，首颗地球同步轨道业余卫星 QO-100 也成功发射并稳定运行。各种业余卫星搭载的各种功能的转发器丰富多彩，给业余无线电爱好者带来了无穷乐趣，加上 SDR 应用更加如虎添翼，传统的业余卫星频率多普勒跟踪、卫星轨道预测都变得更加简单便捷。本文介绍的 SDR-RADIO V3 另一个强大的功能模块就是业余卫星接收功能，软件各功能之间相互联动，大大降低了新入门爱好者的心理门槛，使用上也得心应手。

点击主窗口 View 菜单中 Satellites 功能可自动跳出卫星跟踪窗口（见图 7-30 和图 7-31）。

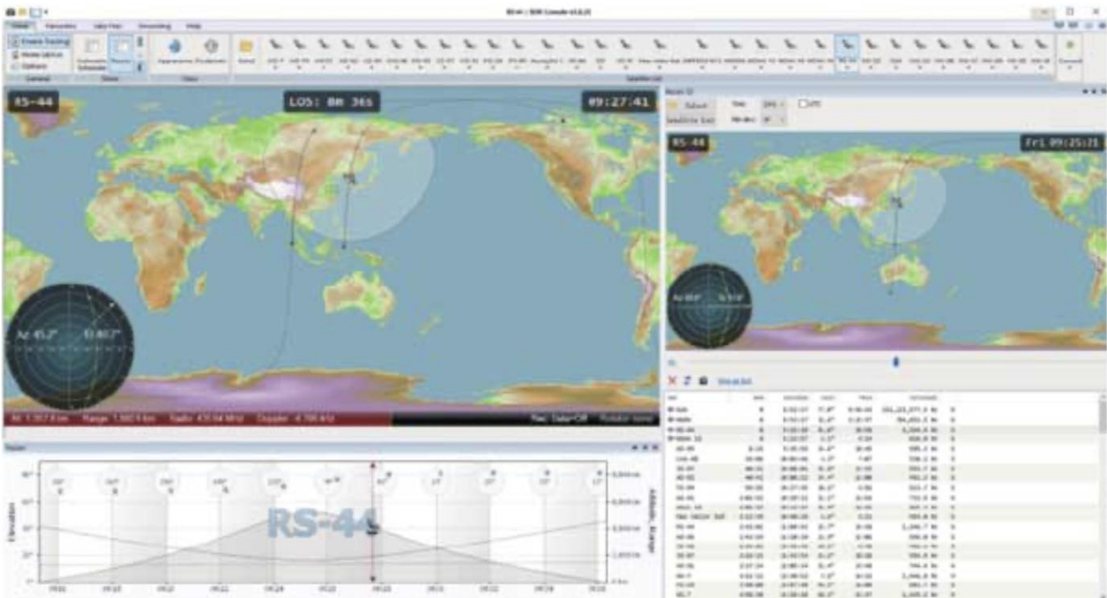



图 7-30 RS-44 过顶实时信息

卫星跟踪窗口中 Home 菜单中主要有开启关闭频率自动跟踪、添加删除卫星，轨道预测等功能。Current 按钮中可设置每颗卫星的频率、模式、带宽等信息。设置完毕即可自动根据轨道预测数据进行接收。

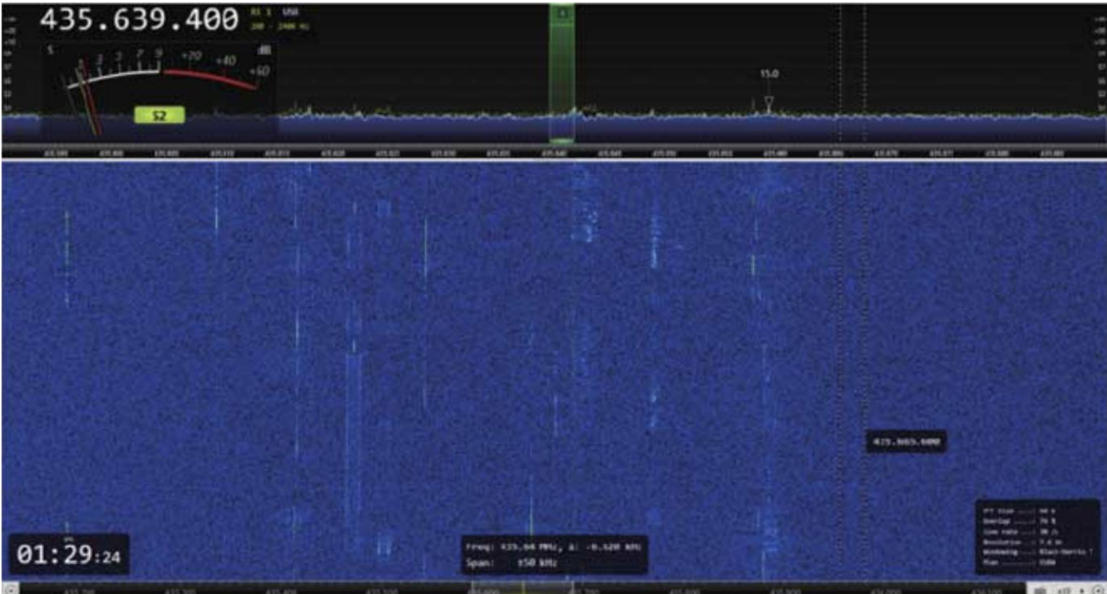



图 7-31 RS-44 通联的频谱，最左边为卫星 CW 信标内容是：RS44

Favourites 菜单主要提供各种用途卫星的列表，可自定义常用的卫星列表。

Data Files 菜单为卫星轨道数据库，可在此菜单中定期或自动更新卫星轨道参数。

Recording 菜单中可录制卫星过顶全过程 IQ 数据供后期回放研究。

数字通信软件还有很多，如 WSJT-X、MMSSTV、MixW、Easypal 等，可用来配合收信机解调各种数字信号。

本文部分信息来源于 RTL-SDR 网站，该网站专注于 RTL-SDR 设备的技术交流，更多信息请自行前往关注学习，在使用 SDR-RTL 设备实验过程中请遵守有关法律法规规定。

## 7.2 短波发信机

### 7.2.1 对发信机的要求

由于频率资源的有限性，发信设备的科学管理和高标准要求已成为我国无线电管理工作的重要一环。每一个爱好者，都应从全局出发，努力提高设备质量，保证发射质量符合国家标准。在有关如何正确运用业余波段的章节里，本书已经详细说明了我国根据国际有关规定对业余波段使用进行的划分及限制。业余发信设备应符合这些最基本要求，超越规定的发信都是非法的。在本节中，我们将对发信机测试标准做具体叙述。

根据《业余无线电台管理办法》规定，具有发信功能的业余无线电台应符合《无线电发射的标识及必要带宽的确定》《无线电发射机杂散发射功率电平的限值和测量方法》及《发射机频率容限》3 个国家标准的无线电收发信设备。这 3 个国家标准，包括了对发射机性能的基本要求。

1.发射标识

发射标识是描述电台所发信号特性的一组字符。这组字符完整、精确地表示出了该发射信号的必要带宽、主载波的调制方式、调制信号、所传输的信息种类以及在某些情况下附加的信号特性。根据发射标识，国际和国内的无线电管理部门可以监测、识别各种业务无线电发射特性，以便加强无线电频谱的管理，使频谱得到有效的利用。在业余电台的频率申请和登记中，我们必须用所规定的符号标明自己电台发射的特性，在填写申请设立电台的有关表

格时正确填写自己电台所应有的发射标识。

发射标识由 9 位字符组成。具体结构如下：

| XXXX | XXX | XX |
|---|---|---|
| 必要带宽 | 发射类别<br>基本特性 | 发射类别<br>附加特性 |

发射标识的前 4 位字符表示必要带宽，第 5、第 6、第 7 位表示发射类别的基本特性，后两位表示发射类别的附加特性。其中表示发射类别的基本特性的 3 个字符也经常在填写 QSL 卡片以及电台日记中用来表示“工作方式”（MODE），例如 SSB 方式用“J3E”表示。

（1）必要带宽。

必要带宽的定义是：对于一个给定的发射类别而言，在规定的条件下正好能保证传输信息所需要的速率和质量的频带宽度即为必要带宽。这个定义表明，必要带宽应该是在特定的调制技术下可能得到的最小带宽值，且这个带宽值可保证一定的通信质量和接收机正常工作所需要的频谱成分。

必要带宽在发射标识中位于最前面，由 3 位数字和 1 位字母组成。字母相当于小数点位置，并用来表示带宽的单位。第一个符号不能是 0，也不能是 K、M 或 G。各种不同频段的频率所使用的单位规定如表 7-2 所示。

表 7-2 不同频段的频率单位

| 频段 | 单位 | 标识符 | 举例 | |
|---|---|---|---|---|
| 0.001～999 | Hz | H | 0.002Hz:H002 | 25.3Hz:25H3 |
| 1.0～999 | kHz | K | 180.5kHz:180K5 | 12.5kHz:12K5 |
| 1.0～999 | MHz | M | 1.25MHz:1M25 | 10MHz:10M0 |
| 1.0～999 | GHz | G | 5.65GHz:5G65 | 100GHz:100G |

（2）发射类别基本特性。

发射类别一共用 3 个字符表示，处于发射标识的第 5 位、第 6 位、第 7 位。

第 5 位字符表示主载波调制方式，具体规定如表 7-3 所示。

表 7-3 发射类别第 5 位字符具体规定

| 主载波类型 | | 标识符 |
|---|---|---|
| 未调制的载波发射 | | N |
| 调幅主载波发射 | 双边带 | A |
| | 单边带、全载波 | H |
| | 单边带、减幅载波或可变电平载波 | R |
| | 单边带、抑制载波 | J |
| | 独立边带 | B |
| | 残余边带 | C |

续表

| 主载波类型 | | | 标识符 |
|---|---|---|---|
| 角调主载波发射 | 调频 | | F |
| | 调相 | | G |
| 同时或按预编序列进行调幅和角度调制的主载波发射 | | | D |
| 脉冲发射 | 未调制脉冲序列 | | P |
| | 调制脉冲序列 | 用幅度调制 | K |
| | | 用宽度/时间调制 | L |
| | | 用位置/相码调制 | M |
| | | 在脉冲持续时间内主载波用角度调制 | Q |
| | | 采用上述方式的组合或通过其他手段 | V |
| 以上各项未包括的发射，但其发射中含有以下两种或两种以上的组合：调幅、调角、脉冲、同时或按预编进行调制的主载波 | | | W |
| 上述各项未包括在内的情况 | | | X |

发射标识中第 6 个字符表示调制主载波的（各种）信号的性质。其具体标识符规定如表 7-4 所示。

表 7-4 发射类别第 6 位字符具体规定

| 调制主载波的（各种）信号的性质 | 标识符 |
|---|---|
| 无调制信号 | 0 |
| 不用调制副载波（不包括时分多路复用）但包含量化或数字信息的单个通路 | 1 |
| 利用调制副载波（不包括时分多路复用）且包含量化或数字信息的单个通路 | 2 |
| 包含模拟信息的单个通路 | 3 |
| 包含量化或数字信息的两个或多个通路 | 7 |
| 包含模拟信息的两个或多个通路 | 8 |
| 标识符为7、8两种情况的混合系统 | 9 |
| 上述各项未能包括在内的情况 | X |

发射标识中第 7 个字符表示被发送信息的类型。其具体标识符规定如表 7-5 所示。

表 7-5 发射类别第 7 位字符具体规定

| 被发送信息类型 | 标识符 | 被发送信息类型 | 标识符 |
|---|---|---|---|
| 无信息发送 | N | 电话（包括声音广播） | E |
| 电报——用于人工收听 | A | 电视（视频） | F |
| 电报——用于自动接收 | B | 以上各项的组合 | W |
| 无线电传真 | C | 上述各项未能包括在内的情况 | X |
| 数据传输、遥测、遥令 | D | | |

在上述说明中，“信息”一词不包括诸如标准频率发射、连续波及脉冲雷达等所发出的连续而恒定的信号。

（3）发射类别附加特性。

发射类别的附加特性由标识的最后两位字符表示。其中第 8 个字符表示各信号的详细说明。具体标识符规定如表 7-6 所示。

表 7-6 发射类别第 8 位字符具体规定

| 信号 | 标识符 |
|---|---|
| 具有不同数目和（或）不同持续时间的码元的两态代码 | A |
| 具有相同数目和相同持续时间的码元，且无纠错功能的两态代码 | B |
| 具有相同数目的相同持续时间的码元，且有纠错功能的两态代码 | C |
| 每一个状态代表一个信号码元（一个或多个比特）的四态代码 | D |
| 代表一个信号码元（一个或多个比特）的多态代码 | E |
| 每一个状态或状态组合代表一个字符的多态代码 | F |
| 广播音质的声音（单声） | G |
| 广播音质的声音（立体声或四声道立体声） | H |
| 商用音质的声音（不包括标识符为K、L所列的类别） | J |
| 利用频率倒置或频带分割法的商用音质的声音 | K |
| 利用单独频率调制的信号控制解调后信号电平的商用音质的声音 | L |
| 单色 | M |
| 彩色 | N |
| 上述之组合 | W |
| 上述各项未能包括在内的情况 | X |

发射标识中第 9 个字符表示复用性质，其具体标识符规定如表 7-7 所示。

表 7-7 发射类别第 9 位字符具体规定

| 复用性质 | 标识符 | 复用性质 | 标识符 |
|---|---|---|---|
| 没有复用 | N | 时分多路复用 | T |
| 码分多路复用（包括带宽扩展技术） | C | 频分多路和时分多路复用组合 | W |
| 频分多路复用 | F | 其他多路复用方式 | X |

当没有使用附加特性时，则在第 8 个字符、第 9 个字符处以横线代替，例如：16K0F3E—。

（4）必要带宽计算及发射标识示例。

① 必要带宽计算公式中的术语符号。

Bn——以赫兹表示的必要带宽。

B——以波特表示的速率。

N——在传真中每秒传输的最大可能的黑白像素数。

MH——以赫兹表示的最高调制频率。

ML——以赫兹表示的最低调制频率。

D——峰值频偏，即瞬时频率的最高值与最低值差数的一半。以赫兹表示的瞬时频率是用弧度表示的相位变化的时间率除以 2π。

K——按照发射类别和可允许的信号失真而变动的一个总值因数。

商用音质——对于好的商用音质在接收机输出端的信号功率与噪声功率比为 32dB，对于刚可商用的音质，此比值为 14dB。

② 发射标识示例如表 7-8 所示。

表 7-8 发射标识示例

| 名称 | 发射说明 | 必要带宽 | | 发射标识示例 | 旧符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 计算公式 | 计算示例 | | |
| 双边带等幅键控电报（CW，A1A） | 等幅电报<br>莫尔斯电报 | $B_n=BK$<br>$K=5$（对于衰落电路）<br>$K=3$（对于非衰落电路） | 每分钟25字<br>$B=20$dB<br>$K=5$<br>带宽：100Hz | 100HA1AAN | A1 |
| 双边带调幅电话（AM，A3E） | 电话（商用音质），双边带（单路） | $B_n=2M_H$ | $M_H=3$kHz<br>带宽：6kHz | 6K00A3EJN | A3 |
| 全抑制载波单边带话（SSB，J3E） | 电话（商用音质），单边带抑制载波（单路） | $B_n=M_{HL}-M_L$ | $M_H=3$kHz<br>带宽：2.7kHz | 2K70J3EKN | A3J |
| 全抵制载波单边带调频传真（FAX） | 模拟传真，调制主载波的音频副载波调频，单边带抵制载波 | $B_n=2M_H+2DK$<br>$M_H=B/2$<br>$K=1.2$<br>（典型值） | $N=1100$<br>$D=400$Hz<br>带宽：1.98kHz | 1K98J3C- | A4J |
| 单路移频电报（自动接收）（RTTY） | 无纠错电报（单路） | 公式同上 | $B=100$dB<br>$D=85$ Hz<br>170Hz频移<br>带宽：304Hz | 304HF1BBN | F1 |
| AMTOR，PACKET等 | 采用移频调制副载波的直接印字电报，纠错，单边带抵制载波（单路） | 公式同上 | $B=100$dB<br>$D=85$ Hz<br>170Hz频移<br>带宽：304Hz | 304HF1BCN | F1 |
| 调频电话（FM） | 商用电话（商用音质） | $B_n=2M_H+2DK$<br>$K=1$<br>（典型值） | $D=5$kHz<br>$M_H=3$kHz<br>带宽：16kHz | 16K0F3EJN<br>16K0G3EJN | F3<br>— |

2.频率容限

（1）定义。

频率容限——发射所占频带的中心频率偏离指配频率（或发射的特征频率偏离参考频率）的最大容许偏差。频率容限以百万分之几兆赫兹（n×10-6MHz）或以若干赫兹（nHz）表示。频率容限是根据当前技术发展水平以及在不同频段用户数量、干扰情况等制定的一项国家标准，它具有严肃的法律效力和强制性的约束力。

指配频带——批准给某个电台进行发射的频带，其带宽等于必要带宽加上频率容限绝对值的两倍。如果涉及空间电台，则指配频带还包括对于地球表面任何一点上可能发生的最大多谱勒频移的两倍。

指配频率——由无线电管理委员会指配给一个电台的频带的中心频率。

特征频率——在给定的发射中易于识别和测量的频率。特征频率是指一部发射机发射的实际频率。发射机发射的频率有的是不固定的、瞬时变化的，如调幅波的边频是随调制信号频率的变化而改变的，不易识别和测量，因而不是特征频率。调幅信号的特征频率是载频。而在发射单路移频电报（如 RTTY）时，实际工作的只有“空号”频率和“传号”频率，并无载波，这时二者均为可以“识别和测量的频率”。

参考频率——相对于指配频率具有固定和特定位置的频率。此频率对指配频率的偏移，与特征频率对发射所占频带中心频率的偏移具有相同的绝对值和符号。在诸如抑制载波的单边带发射中，其指配频带的中心频率难以判断或根本不存在，便选用参考频率。在实际测量中，参考频率常常指的是某种发射的特征频率的标称值，而特征频率指的是实际值。定义中“发射所占频带中心频率”指的应是实际占用频带的中心频率。

频率稳定度——在规定的时间间隔内，发射机特征频率相对于参考频率发生的最大变化。其中相对频率稳定度常用“±n ppm”表示，其中 ppm 代表百万分之一（$10^{-6}$），绝对频率稳定度用若干赫兹（Hz）表示。

频率误差——特征频率与参考频率之差。

（2）发射机频率容限。

频率容限的检查通过对发射机特征频率的实际测量实施。发射机的频率稳定度和频率误差应符合频率容限的国家标准。

特征频率的测量一般有两种形式，即设备监测（又称近端监测）和空中监测（又称远端监测）。前者常用频率计或其他测频仪表对发射机进行检查，后者是频率管理机构对无线电台发射的信号频率质量实施的监测。

我国发射机频率容限部分规定如下。

工作频段为 1.6065～4.000MHz

① 固定电台（用于固定业务的电台）

a.功率小于等于 200W $100\times10^{-6}$（注 1、注 2）

b.功率大于 200W $50\times10^{-6}$（注 1、注 2）

② 陆地电台（移动业务中在固定点使用的电台）

a.基地电台

功率小于等于 200W $100\times10^{-6}$（注 1）

功率大于 200W $50\times10^{-6}$（注 1）

b.海岸电台 40Hz（注 1、注 3）

③ 移动电台（移动业务中专供移动时或在非指定地点停留时使用的电台）

a.陆地移动电台 $50\times10^{-6}$（注 4）

b.船舶电台 40Hz（注 5）

c.救生艇电台 $100\times10^{-6}$

d.紧急示位无线电信标 $100\times10^{-6}$

工作频段为 4～29.7MHz

① 固定电台

a.单边带和独立边带发射

功率小于等于 500W 50Hz

功率大于 500W 20Hz

b.F1B 类发射 10Hz

c.其他各类发射

功率小于等于 500W $20\times10^{-6}$

功率大于 500W $10\times10^{-6}$

② 陆地电台

a.基地电台 $20\times10^{-6}$（注 1）

b.海岸电台 20Hz（注 3、注 6）

③ 移动电台

a.陆地移动电台 $40\times10^{-6}$（注 7）

b.船舶电台

A1A 类发射 $10\times10^{-6}$

除 A1A 类以外的其他发射 50Hz（注 8、注 9）

c.救生艇电台 $50\times106$

d.玩具型无线电设备 $100\times10^{-6}$（注 10）

④ 空间电台 $20\times10^{-6}$

⑤ 地球站 $20\times10^{-6}$

工作频段为 29.7～108MHz

① 固定电台

a.功率小于等于 50W $30\times10^{-6}$
b.功率大于 50W $20\times10^{-6}$
② 陆地电台 $20\times10^{-6}$
③ 移动电台 $20\times10^{-6}$（注 11）
④ 空间电台 $20\times10^{-6}$
工作频段为 108～470MHz
① 固定电台
a.功率小于等于 50W $20\times10^{-6}$（注 12）
b.功率大于 50W $10\times10^{-6}$
② 陆地电台
a.基地电台
108～235MHz 频段 $15\times10^{-6}$（注 13）
235～502MHz 频段 $7\times10^{-6}$（注 13）
401～470MHz 频段 $5\times10^{-6}$（注 13）
b.海岸电台 $10\times10^{-6}$
③ 移动电台
a.陆地移动电台
108～235MHz 频段 $15\times10^{-6}$（注 13）
235～401MHz 频段 $7\times10^{-6}$（注 13、注 14）
401～470MHz 频段 $5\times10^{-6}$（注 13、注 14）
b.船舶电台和救生艇电台
在 15～174MHz 频段内 $10\times10^{-6}$
在 15～174MHz 频段外 $50\times10^{-6}$（注 15）
④ 空间电台 $20\times10^{-6}$
⑤ 地球站 $20\times10^{-6}$
工作频段为 470～2450MHz
① 固定电台
a.功率小于等于 100W $100\times10^{-6}$
b.功率大于 100W $50\times10^{-6}$
② 陆地电台 $20\times10^{-6}$
③ 移动电台 $20\times10^{-6}$
④ 空间电台 $20\times10^{-6}$
工作频率为 2.450～10.500GHz
① 固定电台
a.功率小于等于 100W $200\times10^{-6}$
b.功率大于 100W $50\times10^{-6}$
② 陆地电台 $100\times10^{-6}$（注 16）
③ 移动电台 $100\times10^{-6}$
④ 空间电台 $50\times10^{-6}$
⑤ 地球站 $50\times10^{-6}$
工作频率为 10.500～40.000GHz
① 固定电台 $300\times10^{-6}$
② 空间电台 $100\times10^{-6}$
③ 地球站 $100\times10^{-6}$

注 1：对于单边带无线电话发射机。工作频段在 1.6065～4.000MHz，峰包功率小于等于 200W 时，频率容限为 50Hz；功率大于 200W 时，频率容限为 20Hz。工作频段 4～29.7MHz，峰包功率小于等于 500W 时，频率容限为 50Hz；功率大于 500W 时，频率容限为 20Hz。

注 2：对于移频键控的无线电报发射机，其容限为 10Hz。

注 3：对于直接印字电报和数据传输用的海岸电台发射机，其容限为 15Hz。

注 4：对于单边带无线电话及移频键控无线电报发射机，其容限为 40Hz。

注 5：对于 A1A 类发射，其容限为 $50\times10^{-6}$。

注 6：对于 A1A 类发射，其容限为 $10\times10^{-6}$。

注 7：对于单边带无线电话发射机，除工作在 26.175～27.500MHz 频段，且峰包功率不大于 15W 的发射机，其容限为 $40\times10^{-6}$ 以外，其余均为 50Hz。

注 8：对于直接印字电报和数据传输用的船舶电台发射机，其容限为 40Hz。

注 9：对于 26.175～27.500MHz 频段内装在小船上的船舶电台发射机，若其载波功率不大于 5W，且仅工作在近海水域及其附近，并利用 A3E 或 F3E 和 G3E 类发射，则频率容限为 $40\times10^{-6}$。

注 10：玩具型无线电设备，工作频段为 26.965～27.185MHz，发射功率小于等于 100mW；玩具型无线电遥控设备，工作频段为 26.975～27.255MHz，发射功率小于等于 1W。

注 11：对于非运载工具上安装的轻便设备，若发射机平均功率不大于 5W，则其容限为 $40\times10^{-6}$。

注 12：对于运用直接频率变换技术的多段无线电接力系统，其容限为 $30\times10^{-6}$。

注 13：这些容限对频道间隔大于等于 20kHz 者适用。

注 14：对于非运载工具上安装的轻便设备，且发射机平均功率不大于 5W 时，其容限为 $15\times10^{-6}$。

注 15：对于运载工具上通信电台所用的发射机，频率容限为 $5\times10^{-6}$。

注 16：对于工作在这个频率的仪表着陆系统，其频率容限为 10kHz。

3.杂散发射功率电平限值

杂散发射功率电平是衡量发信机质量的重要指标之一。杂散发射会对其他无线电业务造成干扰，而业余电台多分布于城市内，这种可能引起的干扰危害性更大。所以，努力提高发射质量是每一个爱好者不可推卸的职责。每个业余电台在开设之前其设备也应经过无线电管理部门的检测。

早在 1947 年，世界无线电行政大会就对杂散发射做了限定。本书根据业余无线电通信的特点对此作简要介绍。

（1）名词术语及定义。

杂散发射——必要带宽之外的某个或某些频率的发射，其发射电平可降低而不致影响信息的传送。杂散发射包括：谐波发射、寄生发射、互调产物以及变频产物，但不包括带外发射。

带外发射——在调制过程中产生的，在必要带宽之外的一个或若干个频率的发射，但杂散发射除外。

谐波发射——整数倍于占用频带之内频率的发射。

寄生发射——既不依赖于发射机的载频、特征频率而产生，也不依赖于产生载频、特征频率的本地振荡器产生的反射，是一种偶然产生的杂散发射。

互调产物——任何两个或两个以上的频率信号，在发射机的非线性特性的作用下所形成的新频率。它可能由来自于同一个或若干个不同的发射系统各种信号相互调制而产生。

（2）杂散发射功率电平限值表（见表 7-9）。

表 7-9 杂散发射功率电平限值表

| 频段（只含上限）MHz | | 0.009～30 | 30～235 | | 235～960 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 发射平均功率（W） | | | ＞25 | ≤25 | ＞25 | ≤25 |
| 杂散发功率电平限值 | 相对电平（⑦）（dB） | 40（③） | 60（⑤） | 40（④，⑤） | 60（⑤） | 40（⑤） |
| | 绝对电平（⑧）（mW） | 50（③） | 4（⑤） | | 20（⑤） | |
| | 绝对电平（⑧）（W） | | | 25（④，⑤） | | 25（⑤） |

注：① 当检验某一无线电发射机的杂散发射指标是否合格时，必须按照本表所规定的频段和相应的两种单位的指标要求来衡量，并且必须核实测量设备的频带宽度足以能够容纳主要的杂散发射分量。

② 对于平均功率低于 5W 的便携式发射机的杂散发射分量的衰减量至少应有 30dB。

③ 对于工作在30MHz以下频段的移动发射机其任何杂散发射分量如果不超过200mW时，其衰减量至少应为 40dB，并应遵照 50mW 的杂散发射平均功率的规定。

④ 对于发射平均功率低于 100mW 的发射机，只要杂散发射平均功率不超过 10mW，则不硬性要求其衰减量达到 40dB。

⑤ 在陆地移动业务中，对于 25～1000MHz 频段的发射机，在等于标称阻抗的非电抗负载上测量，若发射机的发射平均功率小于或等于 25W 时，其离散频率的杂散发射平均功率应不大于 2.5W，若发射平均功率大于 25W 时，对其杂散发射功率的衰减量至少应有 70dB。

⑥ 对于无线电规则所分配的空间业务，其地球站、空间站所发射出来的带外互调分量及热噪声，当采用 4kHz 或 1MHz 为单位带宽时，其相对于发射机载频饱和功率（或晶体管放大器的额定输出功率）应该至少有 30dB 的衰减量。此外，除了热噪声之外，所有的杂散发射平均功率相对发射平均功率应该至少有 50dB 的衰减量。

⑦ 相对电平的定义是以分贝表示的杂散发射平均功率相对于发射平均功率或杂散发射峰包功率的衰减量。

⑧ 绝对电平的定义是以毫瓦表示的杂散发射平均功率或峰包功率。

（3）产生杂散分量的主要原因及抑制方法。

谐波发射——抑制谐波发射的关键在于保证射频功率放大器的波形不失真，同时要合理安排功放级的布局，防止引线分布参数引起谐振。应该在输出端安排一级以上的带通滤波器或加入调谐滤波器，以尽量减低谐波信号功率。

寄生发射——这是一种基本上不随输入信号变化的发射。克服的办法主要从合理布局入手，注意级间屏蔽和滤波等。

4.发射功率的限制

根据我国《业余无线电台管理办法》规定，不同类别业余无线电台的发射功率限额如表 7-10 所示。

表 7-10 业余无线电台的发射功率限额

| 业余电台类别 | 30MHz 以下 | 30～3000MHz |
|---|---|---|
| A | — | 不大于25W |
| B | 不大于100W | 不大于25W |
| C | 不大于1000W | 不大于25W |

上述功率是指发射设备的射频输出峰值包络功率（PEP），即在发射机输出端与负载正确匹配并处于最大激励时，在调制包络最大值处一个射频周期内的平均功率。实际输出功率的最大限额应由无线电管理主管部门根据设台环境在此范围内确定。

在业余条件下可用以下方法测量发射机的输出功率。

① 用适当的峰值包络表直读。

② 用示波器或其他仪表测出负载两端最大高频电压峰值，乘以 0.707，再平方后除以负载电阻值。

③ 在缺乏必要的射频仪表时，可以用射频末级直流供电的电压乘以最大供电电流再乘以 0.8 来估算。

5.特殊波段对业余电台发射功率的限制

除了国家对不同类别业余无线电台的发射功率有不同的限制外，我国还采用了国际上对某些业余频段的业余电台发射功率的特别规定。

根据《中华人民共和国无线电频率划分规定》可知，在 135.7～135.8kHz 频段，业余业务台站最大辐射功率不得超过 1W（e.i.r.p.）；在 5.3515～5.3665MHz 频段，业余业务台站最大辐射功率不得超过 15W（e.i.r.p.），这是任何级别的操作员都不可违反的规定（见本书第 1 章 1.3.1 之表 1-2）。

“e.i.r.p.辐射功率”和我们通常所说的电台发射功率有什么不同？

“e.i.r.p.辐射功率”是等效全向辐射功率（equivalent isotropically radiated power）的缩写，指供给天线的功率与指定方向上相对于全向天线的增益即绝对或全向增益的乘积。

全向天线是一种为定量地研究天线辐射所假设的一种理想点源天线，它的尺寸只是一个点，但能够将电磁能量以空间球面波形式向四面八方均匀扩散。这种全向天线在实际世界中并不存在，但却能通过简单数学方法计算出到达空间任意点时单位面积上的信号功率密度，作为比较的基准十分方便。

实际天线都有一定的方向性，射向各方能量不会均匀分布。如果以一定功率驱动的点源天线到达某点的信号功率密度值与某个实际天线的相同，则该实际天线的等效全向辐射功率值等于点源天线的驱动功率。

由于实际天线的能量被集中到一定的空间角度，最大方向上的辐射一定高于均匀辐射值。因此，任何效率为 100%的实际天线在最大辐射方向上的 e.i.r.p.值一定会比天线实际驱动功率值大一定的倍数，这个倍数就是实际天线相对于点源天线的增益，通常以对数分贝形式表达，单位记为 dBi。点源天线本身的增益就是 0dBi，半波长偶极天线相对于点源天线的增益为 2.15dBi。

e.i.r.p.综合了发射功率和天线增益两个因素，更为客观地反映信号强度，因此对防范业务间有害干扰要求比较高的场合，频率划分规定经常在脚注中限定发射机的 e.i.r.p.限值。

例如 5MHz 业余波段规定 e.i.r.p.限值为 15W，这意味着在采用标准半波偶极天线时，发射机输出功率应该是 15W 减去天线增益引起的功率增量。为计算方便，将 15W 转换成以分贝数表示的绝对功率电平，约为 41.7dBm（注 1），发射机可用输出功率为：

41.76dBm-2.15dB=39.61dBm≈9.1W

缩短振子天线的增益低于半波偶极天线，假设只有-6dBd（注 2）（注 3），此时可用的发射机输出功率应该是：41.76dBm-2.15dB-(-6dBd)≈36.4W

反之，如果使用具有+6dBd 增益的定向天线，发射机输出功率就应该是：

41.76dBm-2.15dBi-(6dBd)≈2.3W

WRC 大会增加 5MHz 业余频率分配的重要考虑是满足灾害业余无线电应急通信及其自我训练的需要，在恶劣环境条件下架设全长度的半波偶极天线会遇到困难，用 e.i.r.p.规定的发射功率限值显然有利于保证缩短型天线的通信效果。

至于缩短型天线的增益是多少 dBd，商品天线可以参考厂商给出的指标。如果是自制天线，则可以从加感的位置和天线各段的长度进行估算。

注 1：dBm=10×log[功率（mW）]

注 2：dBd 是以偶极天线为参考基准的天线增益单位，0dBd=2.15dBi。

注 3：负功率增益：当天线与基准天线最大辐射方向上的辐射强度之比小于 1 时，取对数后的天线功

率增益 dB 数就为负值，表示该天线在最大辐射方向上的效果比基准天线差。

### 7.2.2　DIY CW QRP 收发信机介绍

HB-1A 收发信机是卜宪之先生（BD4RG）参考美国 Elecraft 公司 KX-1 套件的电路结构和外观，结合国内元器件特点自行研制的一款小功率 CW 收发信机。BD4RG 采用 1602 液晶显示屏做显示，和 KX1 原来的 3 位数码管相比可以显示更多的信息：如工作频率、工作模式、电源电压、S 表、接收微调（RIT）等多种信息，使用非常方便。HB-1A 是超小型便携式设计，特别适合携带到野外使用。

和老式的套件相比，HB-1A 使用了微处理器（单片机）作为显示、控制等核心器件，并配合 DDS（直接数字合成）芯片来产生本振（VFO）信号，正是由于采用了这些新技术，才使得做出体积小、性能稳定、操作方便的套件成为可能。早期的收发信机套件基本上都是用 LC 振荡器来产生本振信号的，为了获得稳定的本振信号，往往在电路元件的选择上都有严格的要求，以补偿振荡频率随温度的变化而引起的漂移，LC 振荡器对外界的机械振动也很敏感，因此其机械结构要特别设计。然而即使采取了这些措施，LC 振荡器的稳定性还是无法和现在的 DDS 电路相比，况且 LC 振荡器要占用的体积也比 DDS 大得多。

电路的另一个比较大的改动是输入预选频采用变容二极管双调谐电路，对 5～16MHz 全频段调谐，调谐电压由单片机通过 D/A 变换后提供。这一改进使接收机的灵敏度和选择性都有比较大的提高。使其不仅覆盖了 20m、30m、40m 3 个业余频段。而且可以接收 5～16MHz 频率范围内的短波广播。

本机具有 20 个存储记忆频点，可方便地改变工作频率和波段。频率步进有多种选择，业余频段：100Hz、1kHz、100kHz，广播频段：100Hz、5kHz、100kHz，接收微调（RIT）的步进有 10Hz 和 100Hz 两档。

1.HB-1A 收发信机的电路原理

图 7-32 为收发信机原理框图，图 7-33 为收发信机电路图。

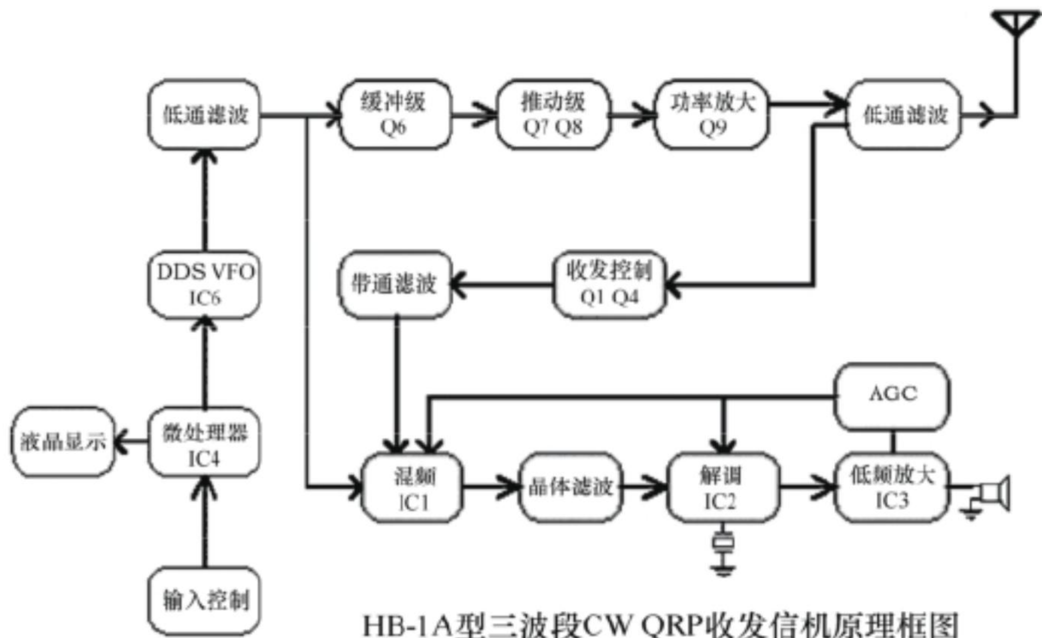



图 7-32　收发信机原理框图

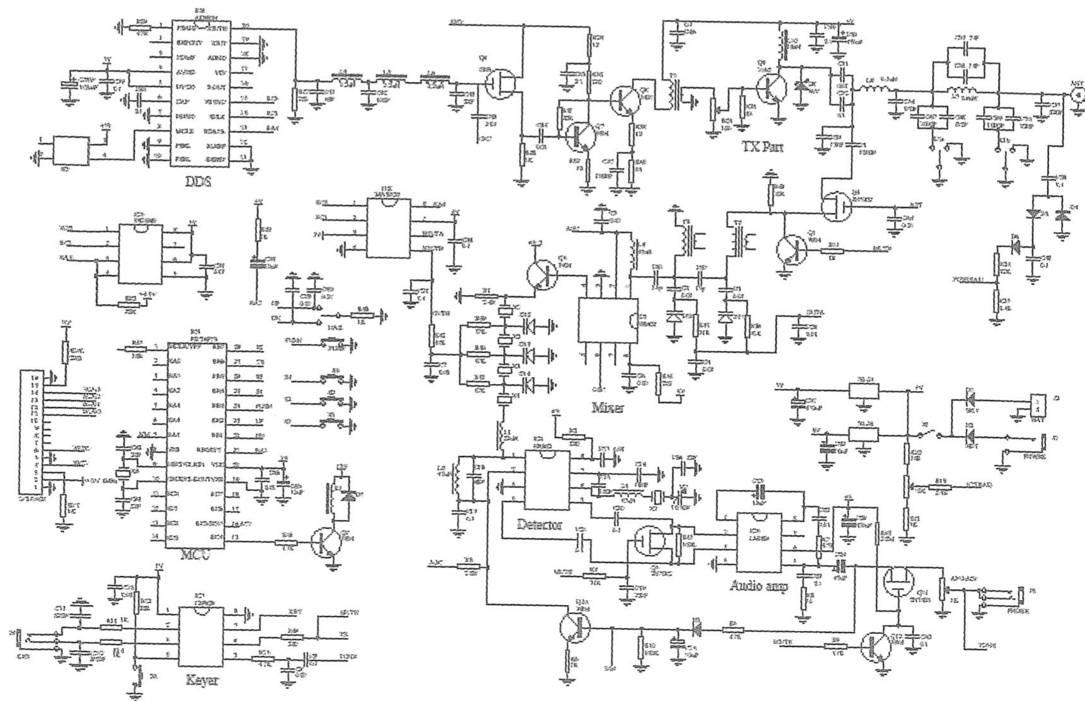



图 7-33 收发信机电路图

（1）接收部分。

接收部分是一次变频超外差接收电路。天线收到的信号首先通过低通滤波器，高于接收频带的电台信号会被低通滤波器滤除，低通滤波器由 L7、L8 以及相关的电容组成。之后信号通过 Q1、Q4 组成的收发控制电路，收发控制电路的作用是在发射时衰减发射的强信号进入接收单元。接下来的电路是带通滤波器，它是由中频变压器 T2、T3、变容二极管 D10、D11 等元器件组成的双调谐电路，这个双调谐电路是根据要接收的频率在 5～16MHz 的范围内由程序自动调谐的，经过双调谐电路组成的带通滤波器之后将要接收的频率信号选出，远离接收频率的信号被衰减。

经过带通滤波筛选出的信号被送到 IC1，同时由 DDS 产生的本振信号也被送到 IC1，IC1 是个混频芯片，电路设计上 DDS 输出的信号根据接收的是 USB（上边带）还是 LSB（下边带）而分别比接收信号高或者低 4.915MHz，所以 IC1 混频出来的差频中将会有一个 4.915MHz 的中频信号，这个中频信号通过 4 只晶体管组成的晶体滤波器滤出，由于晶体滤波器的通带非常窄，所以不需要的频率成分都将被衰减。晶体滤波器由程序提供 4 挡 SSB 和 4 挡 CW 带宽，可以提供很好的 CW 和 SSB 选择性。

经过晶体滤波器滤出的中频信号被送至 IC2 解调，解调后的音频信号被送到 IC3 做音频放大后输出至耳机。D3 和 Q10 等组成自动增益控制 AGC 电路，当信号过强时通过 D3 检波后的电压使得 Q10 导通，Q10 的导通将拉低 IC1 和 IC2 两个芯片的输入偏置电压，从而降低两个芯片的增益，起到自动控制增益的作用。发射时在音频放大的输入端和输出端分别由 Q5 和 Q11 切断发射对侧音的干扰，使侧音清晰干净。

（2）发射部分。

由于采用了 DDS 做本振信号，而 DDS 的特点之一是可以在瞬间改变其输出频率，所以在发射时单片机改变 DDS 的输出频率为将要发射的载频频率信号，这就可以省掉通常的发射混频部分，简化了发射电路。DDS 电路输出的信号直接送到 Q6、Q7 和 Q8 组成的 3 级缓冲放大电路进行放大，Q9 担任末级功放提供 3～4W 的输出功率，接在 Q9 后面的低通滤波器将不需要的谐波成分滤除，以保证送到天线端的信号的纯净。

低通滤波器由 L7、L8 以及相关的电容组成，低通滤波器分两挡，20m 和 30m 共用一

挡、40m 用一挡，由继电器 K1 切换。接在接收带通滤波器之前的 Q1 和 Q4 限制了发射时传送到接收混频器的信号电压。

（3）DDS VFO。

VFO 是由一块低功耗 DDS（直接数字合成）IC6 产生，DDS 的参考频率由一个 50MHz 的晶体振荡器 X7 提供，这个晶体振荡器的精度和稳定性将决定 DDS 输出信号的精度和稳定性，普通精度的晶体振荡器已经可以满足本电路的要求，如要获得更好的性能也可以使用温度补偿型晶体振荡器，以保证有更好的频率稳定性。DDS 的灵活易控的频率范围使得它可以同时覆盖业余频段和短波广播频段。这里选用的 AD9834 芯片只需要极少的外围元件，其电流消耗只有 5～8mA。

DDS 的输出由 L4～L6、C41～C43 组成的低通滤波器滤波。为了减小谐波干扰，滤波器的截止频率设计在 20m 波段的边缘。因此在 20m 工作时 LSB 的灵敏度要低一些，因为 LSB 需要的本振频率是 4.9+14=18.9MHz，这个频率会被 DDS 的低通滤波器衰减一些。

（4）微处理器。

低功耗微处理器芯片（单片机）16F73（IC4）用来控制收发信机和操作界面，如将当前的工作频率、工作模式、电源电压、接收信号强度等内容显示在液晶屏上，将 DDS 需要的控制数据送到 DDS 芯片，将带通滤波器和晶体滤波器的数据送到数模转换芯片 IC8 上，为输入调谐电路和中频滤波器提供控制电压信号。IC7 用来产生自动键和侧音信号。IC5 是存储芯片，用于存储 20 个存储记忆频点等数据。

2.HB-1A 收发信机的使用

内置电池

只要将背面的两个螺钉拆掉就可以安装或更换电池，机内可安装 8 节 5 号电池。如果用碱性电池电压为 12V，此时输出功率会大些但使用时间要短些。如果用镍氢充电电池电压为 9.6V，此时输出功率 2～3W。

外接电源

可以将任何 9～14V 的直流电压或电池通过外接电源接口（12VDC）接入。电源接口有极性保护电路，以防止电源接反损害机器。根据电源电压的不同，电流大约在 350～850mA 之间。

耳机

将立体声耳机连接到耳机接口（PHONE），阻抗 8～32Ω。也可以外接小扬声器到耳机接口但可能音量较小不建议使用。建议使用耳塞机，它的重量轻，灵敏度高，而且抗外界干扰的效果较好。

天线

可以将任何的谐振天线用 Q9 接头直接连接到天线接口（ANT），对于非谐振天线要在天线接口和天线之间接入天线调谐器。

电键

你可以连接普通手键或自动键（paddle）到 KEY/PADDLE 接口，HB-1A 具有自动识别自动键和手动键功能，只要将手动键连接到单声道插头或者按图 7-34 将 3.5mm 立体声插头的中间环和下面一起接地即可，打开电源时电路会根据所插入的电键不同进行自动检测，当听到嘀嗒声（莫尔斯码字母 A）即为自动键、听到嗒嗒声（莫尔斯码字母 M）即为手动键。



图 7-34 电键插头定义

3.HB-1A 收发信机的操作

打开电源时根据所接入的电键不同你会听到嘀嗒声（莫尔斯码字母 A）或嗒嗒声（莫尔斯码字母 M），不接电键时将听到嘀嗒声。

电路板上的可调电阻“DRI”用于调节发射输出功率，一般要顺时针旋到底，如需要减小发射功率时可调节此电阻。

电路板上的可调电阻“BAT”用于校准电源电压显示，可调节此电阻使显示值和电源电压一致。

（1）V/M/SAV 按键。

图 7-35 所示为 V/M/SAV 状态下的窗口显示内容。轻按一下这个按键将在存储频点和 VFO 之间转换，液晶屏的左上角将分别显示 EM-**或 VFO-**（**为 01～20 的数字）。显示 MEM-**时为存储频点方式，此时旋转大旋钮可以改变存储频点，顺时针旋转增加，逆时针旋转减小。显示 VFO-**时为改变频率方式，此时旋转大旋钮可以改变工作频率，顺时针旋转频率增加，逆时针旋转频率减小。




图 7-35 V/M/SAV 按键

按 V/M/SAV 按键超过 2s 可以将当前的频率和工作模式存储到当前的存储单元中。液晶屏的左上角将显示 SAVE 字样。

（2）RIT/MOD 按键。

图 7-36 所示为 RIT/MOD 状态下的窗口显示内容。轻按一下这个按键将进入或退出接收微调（RIT）功能。当进入 RIT 后液晶屏显示频率的数字后面将显示一个小横条。

此时旋转大旋钮可以对接收频率微调：顺时针旋转频率增加，此时小横条将变为上箭头，逆时针旋转频率减小，小横条将变为下箭头，如图 7-37 所示。




图 7-36 RIT/MOD 按键




图 7-37 RIT/MOD 按键显示效果

按 RIT/MOD 按键超过 2s 可以改变当前的工作模式，工作模式将在 USB、LSB 和 CW 之间循环转换。液晶屏上面中间部位将显示相应的字样。

如果在存储频点工作状态时操作了 RIT/MOD 按键，HB-1A 将自动转入 VFO 工作状态。

（3）ATT/IF 按键。

轻按一下这个按键将进入或退出 ATT 功能。当进入 ATT 后液晶屏显示 S 表的 s 将显示 A。此时接收信号将被衰减，可在信号过强的情况下使用此功能。

按 ATT/IF 按键超过 2s 将进入中频带宽设置状态并显示当前的中频带宽，如果在进入设置前工作模式是 CW 将对 CW 带宽进行设置，如果在进入设置前工作模式是 USB 或 LSB

将对 SSB 带宽进行设置。看到上面的显示后每轻按一次 ATT/IF 按键中频带宽将依次改变，当得到你需要的带宽时可以长按 ATT/IF 键退出，也可以不做任何操作约 10s 后自动退出。进入中频设置状态后只要不操作的时间超过 10s 程序将自动退出。中频带宽设置将被记忆，即使关机也不会改变（SSB 分为：2.2kHz、2.0kHz、1.8kHz、1.6kHz 4 挡，CW 分为：900Hz、700Hz、500Hz、400Hz 4 挡）。图 7-38、图 7-39 所示为 ATT/IF 状态下的窗口显示内容。

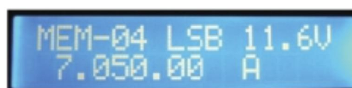



图 7-38 ATT/IF 按键




图 7-39 ATT/IF 按键显示内容

（4）接收模式选择（CW、LSB、USB）。

对于 CW 接收模式 40m 波段时使用 LSB，30m 和 20m 使用 USB。CW 模式加入了 700Hz 的频偏，就是说当你调谐至收到 700Hz 的音调时显示的频率就是对方电台发射的频率。

对于 LSB 和 USB 接收模式没有加 CW 频偏，当你正确解调出 SSB 信号或者零拍频（接收 AM 或 CW 时）所显示的频率是对方电台的载波频率。

交叉模式（CW/SSB）：上面 3 种模式的任何一种都可以用于交叉通信而不必借助 RIT，当你正确接收到 SSB 信号时，此时你发信对方就会收到你 700Hz 音调的信号。

由于 DDS 的特性，在一些特定的频点（这些频点都在业余频段之外）会听到强烈的干扰（可参考 KX1 的说明书）。如果在某个你感兴趣的 AM 电台附近有这种干扰，请改变一下上下边带或许可以减小或消除干扰。

（5）频率步进的改变。

当工作频率在业余频段时，轻按一下大旋钮步进频率将在 100Hz 和 1kHz 之间转换。当工作频率不在业余频段时，轻按一下大旋钮步进频率将在 100Hz 和 5kHz 之间转换，这种设计是考虑到广播电台大都在 5kHz 或 10kHz 的位置，选用 5kHz 的步进可以很方便地收听短波广播。步进频率改变时液晶屏相应的频率显示位将闪动两次。

按下大旋钮超过 2s 步进频率将改变为 100kHz。液晶屏相应的 100kHz 频率显示位将闪动两次，这个步进频率可以让你尽快达到你所需要的工作频率。

在接收微调（RIT）状态时，轻按一下大旋钮步进频率，将在 10Hz 和 100Hz 之间转换。

如果在存储频点工作状态时改变了步进频率，HB-1A 将自动转入 VFO 工作状态。

（6）频率锁定功能。

同时按下 V/M/SAVE 按键和 RIT/MODE 按键大约 1s，液晶屏显示频率的数字后面将显示“#”符号。此时大旋钮以及 V/M/SAVE 按键和 RIT/MODE 按键的操作将无效，这个功能保证你在移动的状态下频率不被无意中改变。再次同时按下 V/M/SAVE 按键和 RIT/MODE 按键 1 秒可以解除此功能。图 7-40 所示为频率锁定功能状态下的窗口显示内容。




图 7-40 频率锁定功能

（7）自动键功能。

自动呼叫 CQ：短按一下 CQ/SET 按键，即自动呼叫 CQ CQ CQ de“呼号 3 遍”pse k。

如果要中途取消自动呼叫，请按住 CQ/SET 键 1s 后放开即可。

改变速度：按下 CQ/SET 按键不放，约 2s 后听到“嘀嘀嘀”（莫尔斯码字母 S），此时放开 CQ/SET 键，5s 内（不做输入 5s 后将自动退出，并保持原来的速度）将自动键拨片拨向“点”速度加快、拨向“划”速度减慢，至合适的速度即可。短按一下 CQ/SET 按键立即放开，听到“嘀”（莫尔斯码字母 E）退出，或等待大约 5 秒自动退出。

输入呼号：按下 CQ/SET 按键不放，约 2s 后听到“嘀嘀嘀”（莫尔斯码字母 S），继续按住 CQ/SET 按键不放，约 2s 后听到嘀嘀（莫尔斯码字母 I），此时放开 CQ/SET 键，5s 内（不做输入 5s 后将自动退出，并保持原来的呼号）像平时发报一样用自动键拨片发一遍你的呼号即可（可输入的字符不少于 10 个）。发完后短按一下 CQ/SET 按键立即放开，听到“嘀”（莫尔斯码字母 E）退出，或等待大约 5s 自动退出。

取消自动呼叫功能：如果不希望有自动呼叫 CQ 功能可以按下面的操作取消此功能。这样就不会因为无意按下 CQ/SET 键而呼叫 CQ 了。

按下 CQ/SET 按键不放，约 2s 后听到“嘀嘀嘀”（莫尔斯码字母 S），继续按住 CQ/SET 按键不放，约 2s 后听到“嘀嘀”（莫尔斯码字母 I），继续按住 CQ/SET 按键不放，约 2s 后听到“嗒嘀嗒嘀”（莫尔斯码字母 C），此时放开 CQ/SET 键，将自动键拨片拨向“点”选择自动呼叫开（可听到莫尔斯码 ON）、拨向“划”选择自动呼叫关（可听到莫尔斯码 OFF）。如不做选择 5s 后听到“嘀”一声自动退出，或短按一下 CQ/SET 按键立即放开也可退出，并保持原来设置不变。

这些设置将记忆在集成电路中，不会因关机而改变。

（8）发信。

HB-1A 允许的发信频率是：7.0～7.3MHz、10.1～10.15MHz、14.0～14.35MHz。在这些频率范围内发信时液晶显示屏显示模式的位置将显示 TX 字样，显示 S 表的位置将显示发射功率，大约每三个竖条表示 1W（由于发信时检测的是天线端的射频电压，所以只有接 50Ω负载时才相对准确，接天线时可能有电抗存在，测量会有误差，仅供参考），同时耳机中可听到约 700Hz 的侧音。正常发信时窗口显示内容见图 7-41。

当不在这些频率范围发信时将是无效的，液晶显示屏将显示 TX ERRER 字样并闪动，但侧音保留。利用这一点可以做发报练习用，此状态下窗口显示内容见图 7-42。




图 7-41 发信

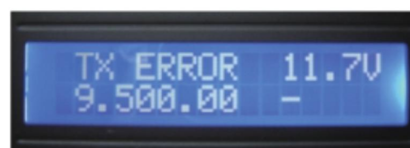



图 7-42 发信无效提示

4.HB-1A 基本性能

机壳尺寸 140×95×35mm（不包括旋钮等凸出部分）

质量 约 500g（不包括电池）

工作电压 9～14V DC

消耗电流

接收时 静态电流约 55mA

发射时 350～850mA（根据电源电压的不同）

频率范围

接收 5～16MHz 连续

发射 7.0～7.3MHz、10.1～10.15MHz、14.0～14.35MHz

本振频率 DDS 电路，参考频率 50MHz

显示 1602 液晶显示

最大输出功率

12V 电压 约 4W

13.8V 电压 约 5W

侧音 约 700Hz

自动键 内置自动键速度可调

选择性 4 晶体滤波器，SSB 带宽 2.2～1.6kHz 分 4 挡，CW 带宽 900～400Hz，分 4 挡。

图 7-43、图 7-44 分别为本文所介绍的 QRP 收发信机外观图和内部结构图。




图 7-43 收发信机外观

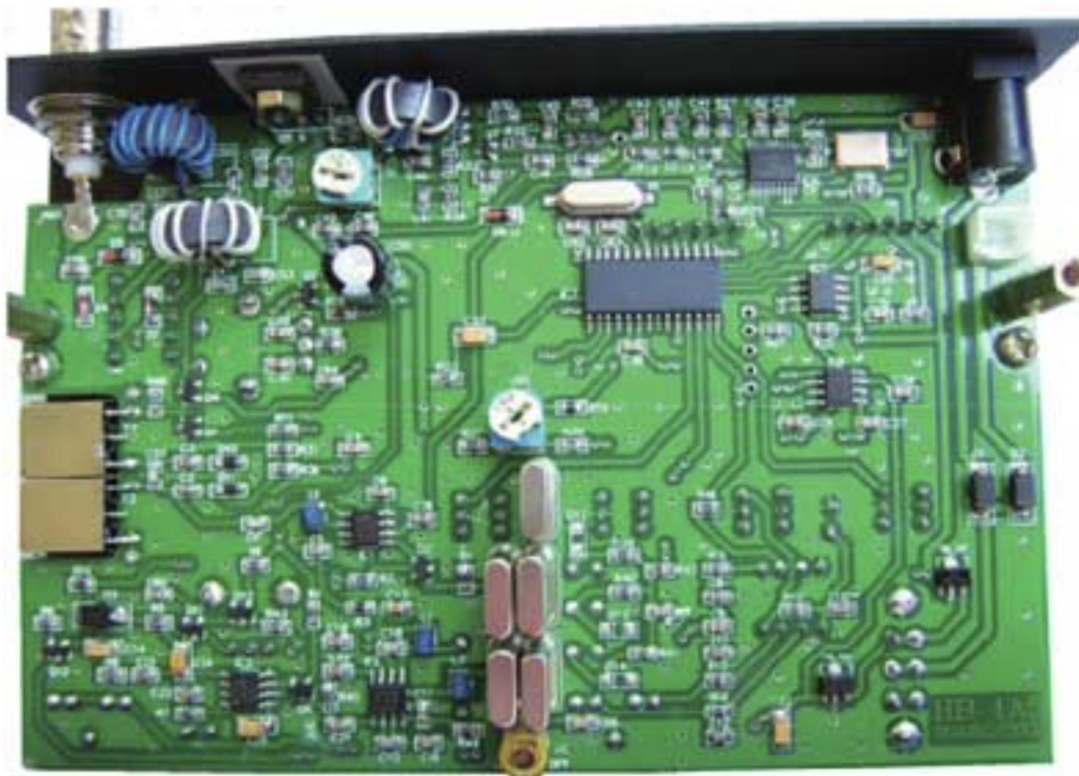


图 7-44 收发信机内部

### 7.2.3 AX94 DIY 单边带发信机介绍

由 BA5TX 郑英俊、BA5RX 薛立人设计的 AX94 是在 BY5RSA 积木式收发信组件基础上改进的单边带发信电路。集单边带话、报信号产生、高频宽带功率放大、输出低通滤波及收发转换控制为一体，额定输出功率 10W（最大可达 25W）。配合 139、77、222 等型号收信机，便能在短波段进行良好的 QSO。

AX94 单边带发信机电原理图如图 7-45 所示。

为方便爱好者仿制，我们以 7MHz 波段为例来介绍该机的工作原理和制作调试方法。

1.电报工作

IC2⑩⑪脚内部放大电路与外围 C15、C16、C17 和 R13、R14 等移相网络配合，构成 800～1000Hz 音频振荡器，起振的幅度条件受 VT3 控制。其振荡输出经 C8 送至 MIC 放大电路放大后再送往平衡调制电路。当电键按下时，VT3 因上偏置电压对地短路而截止，集电极对 IC2⑩脚呈现高阻状态，音频振荡电路起振；抬键时 VT3 集电极对 IC2⑩脚呈现低阻状态，破坏了振荡电路的幅度条件而使其停振，音频无输出。

2.收发转换

VT1、VT2 用于 PTT 信号识别控制，这样可以将 MIC 和 PTT 信号用一根屏蔽线来传输。按下电键或 PTT 开关，都将使 C11 对地放电，当 C11 上的电压下降到不能击穿 VD4 时，IC2⑫脚变为低电位，经反相后在 IC2⑬脚输出高电位，键控管 VT4 得到正向偏压而导通，收发继电器 J1 吸合，同时还通过 VT5 输出 9V 电压去控制功放部分；抬键或松开 PTT 开关时，+9V 电源通过 R11、R10、W3 对 C11 充电，经过一定时间（可由 W3 调节）后，C11 上的电压上升到使 VD4 击穿，IC2⑫脚高电位，⑬脚变为低电位，键控管 VT4 截止，继电器放开；VT5 截止，改由 VT6 送出 9V 电压到控制收信部分（小于 50mA）。

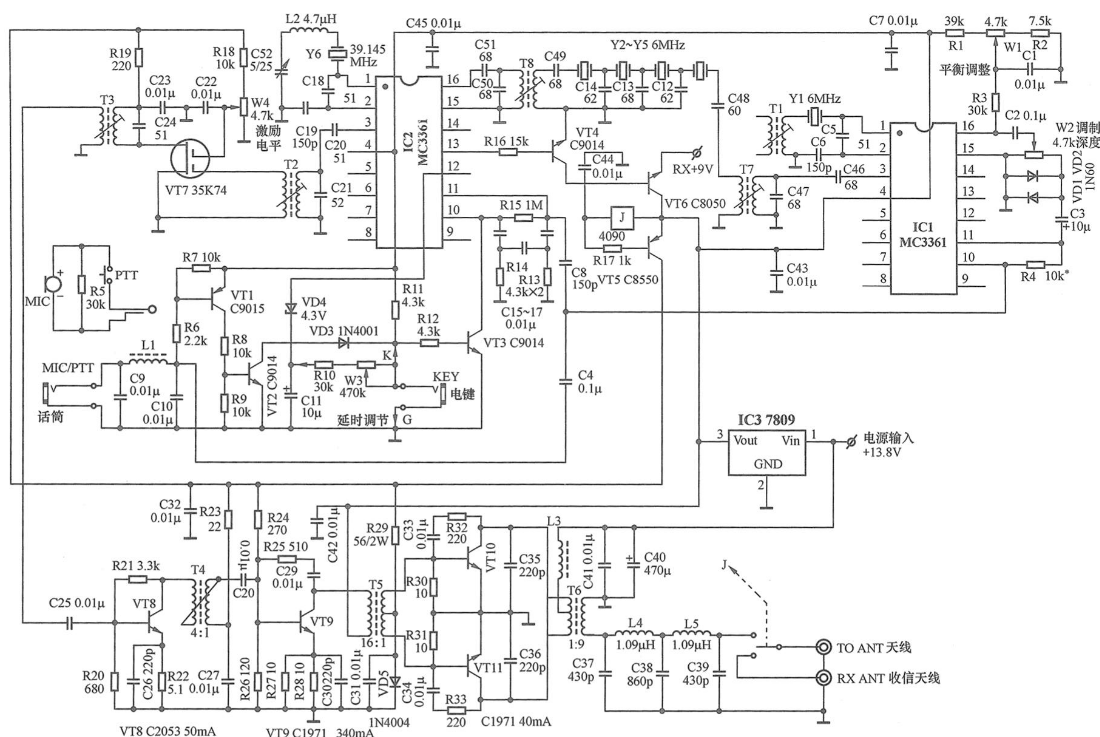


图 7-45 AX94 单边带发信机电原理

3.单边带话务

压下 PTT 开关后，经 VT1、R6 为驻极体话筒提供偏置电压。语音信号分离，送至 IC1 ⑩⑪脚与 R4 构成的 MIC 放大电路进行放大。而后由 VD1、VD2 压缩音频信号变化范围，以保证注入平衡调制电路的音频幅度大小适宜，减少互调等寄生频率成分，提高语音中较弱的部分，平均语音功率，可明显改善通话效果，W2 用以调节调制深度。

4.平衡调制

IC1①、②脚与 Y1 等外围元件做成电容三点式振荡电路，产生载频信号。FM 用途的 MC3361 其混频级的载频抑制指标不能满足 SSB 平衡调制的要求。为解决这一问题，我们外加了一个偏置电路，由 R1、W1、R2 分压，R3 馈送一个约 1.7V 的直流偏置来改善原混频级的平衡指标。音频信号由 IC1 的⑯脚输入，在①脚获得 DSB 输出。

5.边带滤波

Y2～Y5 构成梯形滤波器，按图中的数值，其通带宽约 2.5kHz。T7、T8 是为改善滤波器性能而加入的阻抗匹配器。调节 T1 将载频下拉到边带滤波器通带的低端，便能得到 6MHz 的 USB 信号；若将 T1 换成可变电容，并将载波调到边带滤波器的通带高端，所获得的将是 LSB 信号。

6.平衡变频

平衡变频是利用 IC2 中的混频电路来完成的。IC2①、②脚与 Y6 等外围元件构成频率为 13MHz 的电容三点式振荡器。振荡信号与⑯脚输入的 6MHz 单边带信号混频后由 3 脚输出，并由 T2、C21 选频得到 7MHz 的 SSB 信号。

7.激励电平控制

双栅场效应管 VT7 在这里做隔离放大，改变其第二栅直流偏压可以平稳地控制放大器增益，使激励电平适应功放级的要求。将 W4 安装在机器面板上，就能随时调节输出功率。

8.功率放大

功放电路前两级 VT8、VT9 均设置在甲类状态以保证有足够的增益和较好的线性。R21、R20 为第 1 级放大器 VT8 的直流偏置电阻，R22 是 VT9 直流负反馈电阻，用以保证 VT8 直

流工作点在工作温度范围内的稳定。R21 同时还起电压负反馈作用，提高放大器的工作稳定性。C26 用来改善高频响应，调节高频增益。

R24、R26 为 VT9 直流偏置电阻，R27、R28 提供直流负反馈，R25、C9 提供电压负反馈，C30 是为改善和调节第 2 级放大器的高频响应而加入的。传输线变压器起级间耦合及阻抗变换作用。

末级由 VT10、VT11 构成甲乙类推挽功率放大，R29、R30、R31 和 VD5 为 VT10、VT11 提供直流偏置，R30、R31 还能够降低第 2 级 T5 的负载阻抗，提高稳定度并展宽频带。VD5 负极直接焊在 VT11 的发射极上，其温度补偿的响应速度远比硅脂导热形式快得多。C33、R32 和 C34、R33 作电压负反馈以提高末级的工作稳定性。C35、C36 能够改善输出波形，若在 10M 和 6M 波段工作可以不接，以获得较大输出。

3 级电路的正向偏置+9V 电压均受控于 VT5，收信状态功放电路不工作。

9.低通滤波

设置低通滤波器以滤除高次谐波成分，是消除 TVI 的有效手段，也使得 AX94 能够轻松通过相关部门严格的技术检测。

10.元件选择

IC1、IC2 选用 DIP 封装的 MC3361。T1、T2、T3 及 T7、T8 用直径 0.1mm 漆包线在 7mm×7mm 中频变压器上绕制。T1 绕 30 匝；T2、T3、T7、T8 初级 20 匝次级 5 匝。T4、T5 是用直径 0.27mm 漆包线的 RH 双孔磁心上按图 7-19 中标注的阻抗比绕制而成。T6 用线径 0.5mm 的漆包线在 NXO-100/13×14 双孔磁心上绕制。L4、L5 用直径 0.77mm 漆包线在 9mm 钻头上绕 16 匝脱胎成空心线圈。除电解外其余电容均选用高频瓷片电容。C52 采用 5/30pF 微调电容。L2 采用线径 0.1mm 漆包线在 330kΩ电阻上绕数十匝，匝数视工作频率拉低多少而定。

11.安装调试

传输线变压器 T5 和电阻 R29 焊接在印制电路板的焊接面，其余元件均依照标号注明的位置安装于元件面。VD5 负极剪短直接焊在 VT11 发射极上，正极折弯下来焊在印板上。延时调节电位器 W3 先短接，W1、W2、W4 顺时针调到底。

T1 磁心退到顶端，其余中频变压器磁心调在中间位置。检查焊装接线无误，接上功率计、50Ω假负载和 13.8V 电源即可进行调试。

按下 PTT 开关或电键，这时因 W2 关死音频不能进入平衡调制器，6MHz 载频会直接通过梯形滤波器与 13MHz 振荡信号混频，产生 7MHz 信号去推动功放电路输出。调节 T7、T8、T2、T3 使输出功率最大，调激励控制 W4 将功率调整到 10W 左右(整机电流-1.9～2A)，再慢慢旋入 T1 至功率下降到 0.5W 以下（整机电流约 0.7A），将载频频率拉低到边带滤波器通带下限以外。这时语音低频成分会被滤去一部分，对方只能收听到中高音成分，会有对不准频率的感觉。将 T1 退出 1～2 圈把载频点移入边带滤波器通带内以提高低频成分，改善语音效果。调平衡调节电位器 W1 使输出功率为零（即整机电流最低点，约 0.66A）。

按电键调 W2 使电报功率上升到 10W 左右，这时改按 PTT 对 MIC 讲话，指针应在 0～5W 摆动（平均功率，其峰值已超过 10W）。若对 MIC 大声“啊……”，功率可以达 10W 左右，峰值功率已达 20W 左右。长时间持续 10W 以上输出，应加大加厚散热片或安装散热风扇。

请注意：这里所谓的高、低电位只是为了便于说明工作原理，并非数字电路中的逻辑电平。电报方式不是真正的等幅电报，而是音频调制的单边带报。可以与等幅电报很好地兼容。进行报、话模式交叉通联时不用调偏频率，尤为方便。

改变工作频段只需更换相应的晶体和 T2、C21、T3、C24 的谐振频率，并将输出换成相应波段低通网络。

停用时间较长的电路，刚开机可能有轻微载频泄漏，数分钟后会消失。调整平衡调制电位器 W1 应在开机数分钟待电路稳定后进行。

对电路出现激励过大或产生自激的简单解决办法是：在 T3 次级并联一只 56～100Ω电阻或将 C25 换成 100pF，将 W4 开到最大时的输出功率控制在 15～20W。

电路中 VT6 发射极输出的“RX+9V”收信电压驱动能力大于 500mA，可直接作收信机电源（正极接地的机型应注意防止短路）或驱动继电器去控制收信机的输出。

## 7.3 超短波收发信机

根据我国《业余无线电台管理办法》，发射频率在 30～3000MHz 范围内的业余电台属于 A 类业余无线电台，设置自己的业余电台必须从 A 类电台做起。

在 30MHz 以上的业余频段中，最常用的是 144MHz 波段（2m 波段，VHF 波段）和 430MHz 波段（0.7m 波段，UHF 波段），它们都属于超短波范围。

超短波语音通信大都使用频率调制方式，即 FM 方式，少数超短波业余电台具备单边带和等幅电报等方式。超短波数字通信则加入了相位调制、数字编码等新技术，提高了超短波通信的可靠性和保密性。

超短波无线电通信始于 20 世纪 30 年代，至今方兴未艾。它曾带来了导航、雷达技术的发展，使人类更多的无线电科技梦想得以实现。

### 7.3.1 FM 调频通信

1.什么是频率调制方式

频率调制（Frequency modulation，FM）是一种使载波的频率随着所要传递的原始信号（如语音、数字信号等）的波形变化而按比例发生偏移的调制方式。载波中心频率的最大偏移量取决于原始信号的频率以及调制深度（比如语音的响或轻）。

图 7-46 是调频波示意图。我们可以从中看出，FM 调频波的中心频率偏移量反映了原始信号的变化规律，而 FM 调频波的幅度则不携带任何有用的信息。

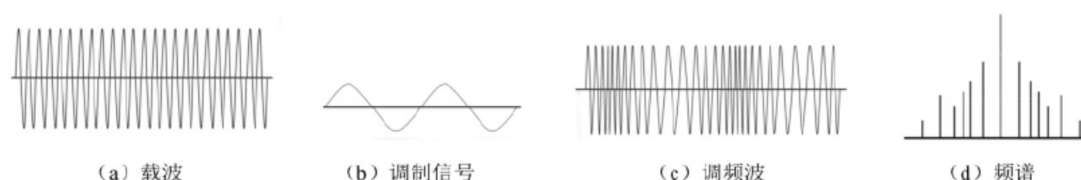



图 7-46 调频波示意图

2.调频通信的信道带宽

从图 7-45 中我们还可以看到，经过调制的调频波，其频谱也像 AM 调制过程一样发生了变化，产生了上、下频带。原始信号频率变化越丰富，如高音质的音乐，则能够高保真的调频波所占用的频带越宽。FM 广播需要传输高质量的声音，采用宽带调频（WFM）方式，信道宽度为 180kHz。对语音通信而言，3kHz 的带宽就足以保证清晰可辨，所以语音通信均采用窄带调频（NFM）方式。NFM 方式的信道带宽分为 25kHz 和 12.5kHz 两种。

3.鉴频器

在 AM 调幅中，有用信息是包含在已调波的幅度变化中，我们通过检波器检出已调波幅度变化的“包络线”，从而还原调幅波所携带的有用信息，对检波器的要求是输出信号和输入调幅波的幅度变化呈线性关系。而调频波与调幅波完全不同，它的有用信息是包含在已调波瞬时频率变化中，因而对解调器的要求是要能使输出信号和输入调频波的瞬时频率变化呈线性关系。我们把具有这一特性的解调器称为鉴频器。

鉴频器解调的方法有多种，常见的有：利用具有线性的幅度-频率特性电路，先把调频波转换成幅度随瞬时频率变化的“调幅-调频波”，然后用幅度检波器把它的幅度变化检测

出来从而还原有用信息的斜率鉴频器；利用具有线性的相位-频率特性电路，把调频波转换成“调幅-调频波”从而还原信息的“相位鉴频器”等。

4.限幅放大和静噪控制

虽然鉴频器的作用是进行“频—幅”转换，但它仍有可能解调调幅信号。调频波是等幅波，但在传播过程中，由于各种干扰因素的影响，我们收到的调频波却夹杂着丰富的幅度变化。这种变化的幅度不含有用信息，然而鉴频器却会将其“解调”成噪声输出。解决这一问题的通常做法是在解调前对调频信号先进行幅度限制，“切除”高于某一设定值的信号，使加到鉴频器上的信号幅度恒定不变，从而避免了幅度变化带来的噪声和信号失真。

限幅放大是调频信号解调过程中不可少的一环，不过它会带来一个问题，就是鉴频器的输出与信号强度没有关系了，我们无法从鉴频器的输出幅度，也即有用信息声音的大小来判断所收到信号的强弱。这也是普通对讲机难以测定发信电台方位的主要原因。

鉴频器带来的另一个问题是“鉴频噪声”。你可能早已发现，如果不加控制，调频模式下的收信机即使不接天线，也会发出巨大的噪声。这是因为在没有输信号入的情况下，鉴频器输入端由电路自身产生的微弱噪声同样会表现为瞬时频率变化，这种快速的瞬时频率变化会引起鉴频器输出非常强烈的噪声。调频接收机的“静噪功能”（SQL，squelch）就是为此而设的。通常的做法是在音频放大器通道设置一个电子开关，在鉴频器输出端设置一个检测音频高端或超音频噪声的检测电路。有正常信号时电子开关不动作，音频放大器正常输出；没有正常信号时，鉴频噪声中的高频率分量使检测电路动作，切断音频放大器，从而达到静音的效果。

静噪功能电子开关的起控电平是可以通过 SQL 键选择和改变的。在搜索信号时，应该降低 SQL 控制门槛，以能听到微弱信号。在收到信号后恰当提高 SQL 控制电平，以达到有正常信号时收听清晰、无信号时收信机静音的效果。有时在和信号比较弱的电台联络时，出现对方声音断断续续的现象，这很有可能就是自己的 SQL 静噪控制过深所引起的。

### 7.3.2 超短波数字化通信

数字通信系统不仅能使频谱资源等到更充分的运用，而且在提高通信质量，灵活组网以适应各种业务需求，接入互联网以及传递各种形式的数据信息等方面都有着巨大发展潜力。然而，数字化通信在国际国内均无统一标准，不同厂商间的数字通信产品不能兼容，数字通信设备的语音加密等技术和业余无线电法规原则还存在着诸多相悖的地方，等等。这些因素都阻碍着数字化通信的普及遍推。无论如何，超短波通信数字化已经成为专业通信的发展方向，国外爱好者为业余无线电超短波通信数字化的发展做出了富有成效的努力，国内爱好者也已开始了超短波数字化通信试验并积累了许多经验。

在各种流行的数字通信标准中，业余无线电通信常用超短波数字化通信系统主要有 3 种。

1.D-STAR 业余无线电多媒体通信系统

D-STAR 业余无线电多媒体通信系统是日本业余无线电联盟（JARL）于 2000 年左右率先开始试验的数字中继系统计划，之后美国和德国的业余无线电界也根据 D-STAR 标准展开试验。

D-STAR 系统具有 128Kbit/s 数据传输和 4.8Kbit/s 数字语音通信功能。在提供数字语音通信（DV 模式）的同时，还提供了数据传输（DD 模式），可以以 128Kbit/s 的速度传输图像、图片等各种文件。具备 D-STAR 系统的电台可以通过系统内各种无线中继台和 Internet 连接从而提供通往任何地方的超远距离通信。在 DD 模式下的电台也可以不通过中继台直接和另一台同样具有 D-STAR 系统的电台进行数据传输。

D-STAR 系统使用 TCP IP 协议，当和一台计算机相连的时候，可以使用 web，E-mail 和其他各种 internet 应用。

D-STAR 中继系统由转发控制器，1.2GHz 数字音频转发台，数据转发台或 430MHz，144MHz 数字音频转发台，10GHz 微波转播器和 Internet 网关计算机组成。因为是数字信号，所以在转换和多方转发的过程中，信息不会丢失。

D-STAR 系统具备 3 种转发功能。

（1）简单转发。

D-STAR 转发操作和现有的模拟转发相类似，可以在 1.2GHz 波段或 430MHz、144MHz 接收和发射。

（2）微波连接转发。

当 D-STAR 转发台通过 10GHz 微波进行连接，数据可以在 D-STAR 中继台之间进行传输，也可以对一个特定的中继台覆盖区域进行 CQ 呼叫。

（3）Internet 网关转发。

当 D-STAR 中继台和 Internet 网关连接，D-STAR 系统可以通过 Internet 转发数据。微波连接和 Internet 网关可以联合工作，为把信息传至 D-STAR 系统内的任何地方提供了可能。

日本 KENWOOD 和 Icom 公司的数字化通信电台采用 D-STAR 系统。流行的产品有 Icom 的 ID-E880、IC-92AD、IC-2820H 等，KENWOOD 的 TMW-706S、TMW706 等，中转系统有 Icom 的 ID-RP2C、ID-RP4000V 等。

2.C4FM FDMA 频分多址数字通信系统

C4FM 频分多址数字通信系统把模拟通信一个信道 25kHz 频带分为 12.5kHz 带宽的两个信道分别传送数字信号，从而提高了频率使用率。

C4FM，又称为“4 值 FSK 调制模式”，曾被 Motorola 及现在国外及国产专业通信数字机型所应用，现主要有日本 YAESU 八重洲公司在其推出的数字通信系统中加以推广应用。

采用最新的 FDMA 频分多址方式编码的 C4FM 数字对讲机针对 HAM 的使用要求和习惯，可以自由地选择高品质语音或纠错强化两种数字语音的通信方式。前者，将占用整个 12.5kHz 的带宽，用于传送高品质的数字调制语音，产生不错的语音品质；后者，则通过把整个 12.5kHz 频谱占用一分为二，成为两个 6.25kHz 子传送通道，分别传送窄带的数字语音和纠错编码，用于信号不佳时候自动纠正误码冗余之用。当信号不良的情况下，选择纠错强化通信方式，就能使通信效果变好（专业数字通信领域称之为数据增益）。而在通信环境理想的情况下选择高品质挡位，通信的语音品质效果就会显得更好。

YAESU 公司具有 C4FM 系统功能的模拟/数字通信机有 FT1DR、FTM-400DR 等。该公司推出的 DR-1 型 C4FM/FM 模拟/数字对讲机系统双频段中继台，具有自动识别上传的 C4FM 数字信号和 FM 模拟信号并分别加以中转的功能。这对于数字通信模式难以统一，数字、模拟对讲机混杂使用的业余无线电超短波通信现状来说具有相当强的吸引力，一套系统既为体验数字通信乐趣的爱好者提供了方便，也照顾到了大量保持原有使用习惯的广大 HAM。

3.Tetra 系统专业数字化无线电通信

TETRA（Trans European Trunked Radio——泛欧集群无线电，现在已改为 Terrestrial Trunked Radio——陆上集群无线电）数字集群通信系统是基于数字时分多址（TDMA）技术的专业移动通信系统，即在一个 25kHz 带宽的信道上，通过编码将两路信号按不同时序加以传输的数字通信系统。该系统是 ETSI（欧洲通信标准协会）为了满足欧洲各国的专业部门对移动通信的需要而设计、制订统一标准的开放性系统。于 1988 年开始投入，如今已成为欧洲的标准，同时也像 GSM 一样，获得包含美国在内的欧洲以外国家及地区采用，具有相当发展潜力。

TETRA 数字集群通信系统可在同一技术平台上提供指挥调度、数据传输和电话服务，

它不仅提供多群组的调度功能，而且还可以提供短数据信息服务、分组数据服务以及数字化的全双工移动电话服务。TETRA 数字集群系统还支持功能强大的移动台脱网直通（DMO）方式，可实现鉴权、空中接口加密和端对端加密。TETRA 数字集群系统同时还具有虚拟专网功能，可以使一个物理网络为互不相关的多个组织机构服务。TETRA 数字集群系统具有丰富的服务功能、更高的频率利用率、高通信质量、灵活的组网方式，许多新的应用（如车辆定位、图像传输、移动互联网、数据库查询等）都已在 TETRA 中得到实现。因此，TETRA 数字集群系统在欧洲乃至世界得到了快速的发展，我国的公安、交通等领域内的专业移动通信也已大量使用这种系统。

使用 TETRA 系统的产品主要有美国的 MOTOROLA 公司，我国对讲机主要生产厂商海能达也使用 TETRA。TETRA 尚无面向业余无线电的产品。

## 7.4 成品业余无线电收发信机介绍

### 7.4.1 手持式对讲机

1. KG-UV6D / KG-UV8D FM 对讲机

KG-UV6D 和 KG-UV8D 是泉州欧讯电子有限公司生产的手持对讲机系列产品之一，如图 7-47 所示，双段双显，可用于 144MHz 和 430MHz 两个业余频段的 FM 语音通信，具有信道分组扫描和组呼、群呼、选呼功能，可设置为中转模式，实现 U/V 或 V/U 跨频段中转。KG-UV8D 还具有中英文操作语音提示功能和中英文显示界面，25kHz/12.5kHz 宽窄带选择、VOX 声控发射、超亮手电照明、秒表等多种功能。


(a) KG-UV6D 对讲机　　(b) KG-UV8D 对讲机

图 7-47 KG-UV6D、KG-UV8D 对讲机

2. FT-60R FM 对讲机

FT-60R 是 YAESU 公司于 2004 年针对业余无线电通信推出的一款 2m、70cm 双段发射、多段接收的机型，如图 7-48 所示。欧洲版和美洲版的发射频率分别是 144～146MHz/430～440MHz（欧洲版）和 144～148MHz/430～450MHz（美洲版），接收频率为 108～520MHz/700～999MHz。FT-60R 发射支持 FM 模式，接收则支持 FM 和 AM 双模式，可存储 1000 个信道，具备 CTCSS 以及 DCS 编码功能，发射输出功率有 5W/2W/0.5W 3 挡选择，内置可更换充电锂电池，曾经是业余无线电市场上性价比较高的产品。



图 7-48 FT-60R 对讲机

3. FT1DR 数字/调频对讲机

FT1DR 是 YAESU 公司推出的首款业余无线电数字/模拟通信两用手持电台，如图 7-49 所示。FT1DR 的基本功能包括可在 144/430MHz 业余频段发射，最高发射输出功率为 5W，接收范围为 504kHz～999.00MHz，可进行 WFM 和 AM 广播接收等。

这款对讲机的最大特点是具有数字和模拟两种工作模式并内置了高精度的 GPS 模块。

该机支持 C4FM FDMA 数字调制通信模式。在数字语音通信方式下，爱好者可选择“高品质语音”或“纠错强化”通信方式。前者占用整个 12.5kHz 带宽用于传送高品质数字调制语音信号，后者把 12.5kHz 信道分为两个 6.25kHz 子通道，一个用于传送窄带数字语音，一个用于传送纠错编码，以提高恶劣环境下的通信质量。



图 7-49 FT1DR 对讲机

FT1DR 内置了基于 AX.25 协议的 TNC 调制解调器，支持 APRS 直接应用，能够实现数字语音双向通信、数字图像以及 GPS 坐标和身份信息数据双向传送。

FT1DR 设有一个 Mirco SD 卡插槽，最大可以支持 32G 存储卡，用于备份全机数据及设置记录、按时间间隔记录 GPS 轨迹和保存本机图像采集话筒（选购件）所拍摄的照片或别的电台发来的图片等，该机显示屏还可提供高性能简易频谱显示。

4. IC-92AD 数字对讲机

IC-92AD 是 Icom 公司生产的数字/模拟双段双显对讲机，可以在 D-STAR 系统的 DV 模式下进行数字语音通信和录音，也可进行通常的 FM 通信，如图 7-50 所示。最大发射输出功率 5W。

IC-92AD 使用 GPS 话筒（选购件）时，可在显示屏上显示自己的位置信息。在 D-STAR 的 DV 模式下，通过罗盘针显示器，可以显示自己到另一个 D-STAR 站点位置或一个原先存储记忆的位置的方向。在 GPS-A 模式下可实现 DPRS 系统（数字 APRS 自动位置、信息报

告系统）操作，接收对方的地理坐标。

IC-92AD 对讲机具有较高的防水保护性能（水下 1 米深度可保持 30 分钟），可在野外苛刻环境中使用，适合于徒步、登山和骑车等活动中的无线电通信。




图 7-50 IC-92AD 对讲机

### 7.4.2 车载电台

1. KG-UV920R（III）车载电台

KG-UV920R 是泉州欧讯电子有限公司生产的车载/基地多频段 FM 电台，如图 7-51 所示。该电台可在 10m、6m、2m 和 70cm 波段业余频率范围内工作，并可收听航空段和调频广播信号。KG-UV920R 的两个接收机可以同时接收（同段或异段），可以跨频段双工对讲，具有双工跨段中转功能，双台组合可实现同频段中转。




图 7-51 KG-UV920R（III）车载电台

2. FT-8900R 车载电台

这是一款由 YAESU 公司制造的 29/50/144/430MHz FM 4 频段车载电台，如图 7-52 所示。该机具有两个可独立操作的收发信系统，可根据显示屏左、右两个区域把一台机器作为两个电台来操作，分别设置工作频率及控制音量、静噪和信号强度。FT8900R 的最大发射输出功率为 50W，具有跨频段中继功能，可实现跨频段双工操作。




图 7-52 FT8900R 车载电台

3. TM-D710 车载电台

TM-D710 是 KENWOOD 公司生产的 144/430MHz 双频段 FM 车载电台，如图 7-53 所示，采用面板和主机可分离结构。除了通常的双频段双显双待等 FM 通信功能外，TM-D710 内置了基于 AX.25 协议的 TNC（终端网络控制）调制解调器，具有 PACKET 数据通信功能和 APRS 地理位置信息报告功能。TM-D710 还设置了独特的 AFRS 功能，在 APRS 地理位置信息中嵌入远程操作请求指令，接收端只需按下 TUNE 钮即可迅速自动建立起双方语音通信通道而无须再另外约定频道、亚音频率等参数。




图 7-53 TM-D710 车载电台

### 7.4.3 中继台

1. DR-1 双频段 C4FM 数字/FM 模拟自动识别中继台

DR-1 是日本八重洲（YAESU）公司针对业余无线电通信的特点设计的数/模自动识别 V/U 双段中继台。

DR-1 中继台最显著的特点是，配备了能够自动选择通信模式的标准 C4FM 数字通信调制解调器，使普遍存在的 FM 模拟通信用户和希望体验数字化通信乐趣的 C4FM 系统用户的需求都能够得以满足。

DR-1 是 144MHz/430MHz 双频段中转台，可以选择实现 V-V、U-U、V-U、U-V 同频

段或跨段中转。

DR-1 的操作模式有自动模式（AUTO）和锁定模式（FIX）两种，可以通过触摸式面板加以设定。当使用 AMS 自动模式选择功能时，中继台能在 NORMAL（同步语音和数据通信模式）、VOICE WIDE（语音全速率模式）、DATA（调整数据通信模式）和 FM（模拟通信模式）等 4 种通信中自动选择其一，从而与接收或发出的信号相匹配。

根据法规，业余电台要定时播报自己的 ID 即呼号，要能远程控制开启/关闭等，这些，都能在 DR-1 自带功能或接口中找到，也可以很方便地连接计算机或外部遥控装置。所有功能选择和设置均可通过操作面板上的彩色触摸屏来实现。

DR-1 中继台外观如图 7-54 所示。




图 7-54 DR-1 中继台外观

DR-1 中继台主要指标如下：

频率范围：144～148MHz，430～450MHz

信道步进：5/6.25kHz

外观尺寸：482mm×88mm×380mm

重量（约合）：10kg

射频功率输出：50/20/5 W

调制方式：F1D，F2D，F3E，F7W 4FSK（C4FM）

接收器灵敏度：0.3μV（数字模式 2m/70cm）误码率为 1%

0.2μV（FM 2 m/70 cm）12 dB SINAD

相邻频道选择性：优于 65dB TYP（20 kHz offset）

选择度：FM 12kHz/35kHz（-6 dB/-60 dB）

互调：优于 65dB TYP（20 /40 kHz offset）

DR-1 有两个天线接口，一个用于发射，一个用于接收上行信号。在用于 V-U 或 U-V 跨段中继方式时，需要外接双工器。

2. Icom D-STAR 中继台

Icom 公司具有 D-STAR 功能的数字中继台，包括 ID-RP2C D-STAR 中继台控制器和 ID-RP4000V UHF 数字语音中继台两部分，可用于 D-STAR 数字通信中继或 FM 模拟通信中继。

### 7.4.4 短波电台

1. FT817 便携式电台

FT-817 是 YAESU 公司于 2000 年推出的便携式收发信机，如图 7-55 所示，工作波段为 HF 短波波段和 6m、2m 和 70cm 业余波段，发射输出最大功率为 5W，工作模式包括 SSB、CW 和 FM 等，具有自动异频中继功能。该机外形尺寸为 135mm×38mm×165mm，重约 1.17kg，其附件包括了一个可装 8 枚 AA 型电池的电池盒和一组 9.6V、1400mA·h 镍氢电池。FT-817 常被爱好者用于各种户外通信试验。




图 7-55 FT817 便携式电台

2. TS-2000 HF/VHF/UHF 电台

TS-2000 是 KENWOOD 公司 2000 年推出的全模式多频段电台，如图 7-56 所示。该电台收信频率范围为 0.03 ~ 60MHz/118 ~ 174MHz/220 ~ 512MHz，发信频段及功率为 HF100W、50MHz100W、VHF100W、UHF50W，工作模式包括 AM、FM、NFM、SSB、CW 和 FSK 等，在 VHF 和 UHF 波段具有全双工功能，爱好者常将 TS-2000 用于业余卫星通信。




图 7-56 TS-2000 电台

3. IC-7100 全模式/多频段车载电台

IC-7100 是 Icom 公司生产的一款高性能车载型电台，如图 7-57 所示。该电台收信机频率范围为 30kHz ~ 199.999MHz/400 ~ 470MHz，发射功率 HF 100W/50MHz100W/144MHz50W/ 430MHz35W，具有 D-star 的 DV 数字音频通信功能，IF 数字信号处理器、RTTY 解码器等配置。IC-7100 具有一个 SD 储存卡插口，支持 32G SD 卡，可用于对收听信号进行长达十多小时的录音以及语音录音呼叫。IC-7100 采用面板和主机完全分离式设计，备有 HF/50MHz 和 VHF/UHF 两个天线输入端口，采用触控式显示屏，所有功能都可以通过轻触显示屏加以实现。




图 7-57 IC-7100 全波段/全模式车载电台

4.可以自己动手组装的高品质短波电台-K3

K3 是美国 Elecraft 公司生产的一款高端全模式短波电台，如图 7-58 所示，其模块式的结构使爱好者可以根据需要自己进行升级，具有很高的性价比，深得追逐 DX 和竞赛成绩的 HAM 们的好评。




图 7-58 K3 全模式短波电台

K3 具有相同的主/辅接收机，可工作于 6m 波段和 0.5～30MHz 短波波段，主/辅接收机都具有自己独立的总线交换式混频器、业余波段窄带前端滤波器、32bit 中频 DSP，低噪声合成器，以及多达 5 个的晶体修平滤波器，内置 PSK31、CW 和 RTTY 的解码和编码功能等。

K3 外部尺寸为 100mm×250mm×250mm，重仅为 3.6kg，在接收模式下工作电流小于 1A，使其既可作用于基地台，也可车载或野外运用。

Elecraft 公司提供工厂预装的 K3 成品和经过完整均衡测试各模块的非焊接 K3 模块化套件两种产品。爱好者可以从一个最基础的收发信机（工作于 HF 波段，发射功率 10W）开始，然后一步步地增加模块，升级电台功能，比如辅接收机、自动天调、100W 功放级、带通滤波器模块、数字语音录音机、全模式 2m 波段内置选件等。

5. KX3 超便携全模式 SDR 电台

KX3 是美国 Elecraft 公司生产的一款超便携全模式 SDR（软件无线电）电台，如图 7-59 所示，可工作于 6～160m 业余波段，发射功率 10W，工作模式包括 SSB/CW/DATA/AM/FM 等。

KX3 中 SDR 的应用，使其在袖珍的外形下，隐藏着诸如内置 CW、RTTY、PSK31 解码显示、双 VFO、立体声效等强大的功能。

Elecraft 公司提供工厂预装的 KX3 成品和经过完整均衡测试各模块的非焊接 KX3 套件两种产品，并提供修平滤波器、内置自动天调、充电器适时时钟组件、直插自动键、话筒等多种选配件，为 HAM 提供了丰富的选择。




图 7-59 KX3 超便携全模式电台

6. IC7700 基地电台

IC7700 是 Icom 公司生产的一款高端业余无线电基地电台，如图 7-60 所示。该机可工作于 50MHz 和 HF 各业余波段，有两个完全独立的收信机，工作模式包括 USB/LSB/CW/RTTY/ PSK31/AM/FM 等，最大发射输出功率为 200W。IC-7700 配备了一块 7 寸宽屏彩色液晶，并支持通过 VGA 接口外接显示器。整机外部尺寸为 425mm×149mm×437mm，重约 22.5kg。




图 7-60 IC7700 基地电台

7. FT-DX3000 基地电台

FT-DX3000 是八重洲（Yaesu）公司推出的一款高端性能中等价位业余无线电基地电台，如图 7-61 所示。该机接收频率范围是 30kHz～56MHz，可工作于 HF 和 6m 业余波段，支持 SSB、CW、AM、FM 和数字模式。有两组完全独立的频率显示，4.3 英寸全彩色高分辨率薄膜液晶显示屏（TFT），内置高速频谱显示、音频波形显示和 RTTY/PSK 编码器和解码器，最大发射输出功率为 200W。FT-DX3000 采用下变频设计（中频 9MHz 和 30kHz），具有多种带宽的前端窄带修平滤波器、后端 DSP 滤波器和其他信号处理器，确保该机在拥挤的波段中表现出非常优秀的接收性能。




图 7-61 FT-DX3000 基地电台

## 7.5 收发信设备中常见英文名字的意义

### 7.5.1 收信部分

VFO——可变频率振荡器。调整收发信频率就是通过改变 VFO 频率实现的。为方便使用，许多收发信机设有 VFO A、VFO B 两个可以分别预置频率的振荡电路，通过一个按键可以很方便地选择不同的工作频率。

RIT（CLEAR，CLAR）——收信频率微调（或复位）。在进行联络时，有时需要调整收信频率而保持自己的发信频率不变，用 RIT（或 RX）功能可达此目的。

SCAN（MAN，AUTO，STOP）——对波段进行连续扫描而不用转动频率旋钮。其中 MAN 是人工扫描，即按住 SCAN 键可扫描，不按键扫描即停止；AUTO 是自动键，在此状

态下收信机自动扫描，遇到信号才停止，或按 STOP 停止。

AGC（SLOW，FAST，OFF）——自动增益控制。这与普通收音机电路中的 AGC 功能是一样的，但收发信机的 AGC 可通过选择 SLOW，FAST 或 OFF 来改变 AGC 起控的时间常数，或不用 AGC。

RF GAIN——高频增益控制。通过它改变高频放大级的增益。现代收信机的接收信号强度指示常常同时兼高频放大器增益衰减指示，即在高频增益最大时该仪表指示收到的信号强度；在高放增益有所衰减时仪表在指示衰减量的基础上显示信号强度，如果信号强度低于衰减量，仪表指针就停留在显示的衰减量位置上。

RF ATT——高放衰减。在遇强信号时通过它进行衰减。

RF OUT——高频输出。此接口一般在机器背面，供连接其他设备用。

AF GAIN——音频增益控制。用来控制音量。

EXT SP——外接扬声器接口。

MONI——监听控制。在 CW 等工作状态下，打开此功能键可在发报时听到自己按键发报的声音。在用扬声器收听并进行话的联络时不能用此功能，否则会使自己发出的语音通过扬声器、话筒产生啸叫。

CW N（M，W）——收听电报时中放带通滤波器频带宽度选择。N 为窄带，M 较宽，W 最宽。通带窄，可以滤除收听频率附近的干扰；通带宽对搜索弱小信号有利。

NOTCH——在收信通带范围内如果遇到一个窄带信号干扰（如 CW 信号），用此功能可以将其衰减。NOTCH 可以在收信通频带内形成一个窄的衰减频带，且这个衰减中心频率可以通过旋钮微调。当然此功能对宽频带的干扰是无能为力的，而且会影响收听效果。

SHIFT/WIDTH（USB，LSB）——中频边带选择和带宽控制。这个功能由可以分别控制中放频带中心频率的两个“门”配合使用形成。当两门一起偏向某一侧时，整个中频频率就偏向某一侧，以满足上边带和下边带收信的不同需要；当两个门分别偏向不同的两侧时，整个中频通带就变窄，用以衰减干扰。

SQL——静噪电平控制。使用此功能，可以使收信机在接收信号低于一定电平或没有信号时关断音频输出。当接收信号较弱或在搜索信号时，应降低控制门槛以免引起弱信号断续或漏听信号。

NB LEVEL（NB1 NB2）——降噪起控电平选择。这种降噪电路一般对脉冲式干扰有效，其原理是“对消式抗干扰”，即把干扰脉冲倒相后与原脉冲信号相加抵消。通过此旋钮可以改变电路起控的阈值。其中 NB1、NB2 可以选择不同的时间常数以对付不同的干扰脉冲。

PHONE——耳机接口。

### 7.5.2 发信部分

PTT——从收信状态到发信状态的转换控制。一般收发信机还应有输出此控制信号的接口，以便使与之相连的设备（如功率放大器、自动天线调谐器等）能够同步转换收发信状态。

VOX——声控开关。在用话工作时，打开此开关后可以用自己的语音控制收发信转换而不必用手控制；在用报工作时不打开此开关发信机将得不到激励而没有输出。

FWD——正向功率，即发射出去的功率指示。此功率应该能达到额定值。

REF——反向功率，即反射回来的功率指示。此功率应该很小。这两项指示如不正常，应立即停止发射，仔细检查天线与设备之间的连接及其匹配状况，以免损坏发信机。

SWR——驻波指示。正常情况应小于 1.5，否则应对天线系统进行检查。

XIT（CLEAR）——发信频率微调（或复位）。在某些情况下可能对方的收信频率不可调，用此功能可以把自己的发信频率校准到对方的收信频点上而不改变自己的收信频率。

SPLIT——异频工作状态。在此状态下可由 PTT 控制使收、发信分别工作在不同的频率上。

DELAY——收发信转换的延时控制。适当地增加其延时量可以使收发转换的继电器减少动作次数，延长使用寿命。这在 CW 状态下是很必要的。

PROCESSOR（PROC）——语音处理器使用选择。在用话工作时，讲话声音往往忽大忽小，大的时候可能使输出失真，小的时候又可能使输出小到对方听不到。为克服此问题，许多电台设计了这一功能，它能自动对语音进行处理，大的压缩，小的则尽量放大，使输出大小均衡。

MIC——话筒接口。

KEY——电键接口。

DRIVE——激励控制。通过控制它可以改变输出功率的大小。过激励将使输出失真或使功放级处于不安全的工作状态。

ALC——自动电平控制。这是在激励太大时电路在一定范围内对其进行自动控制，以减少失真。ALC 电平一般可从面板上的仪表指示中看到，应通过调整上述激励调整使 ALC 电平控制在一定范围以内。

LINEAR AMPLIFIER——线性放大器，又称功率放大器或功率接续器。这是为提高输出功率而做的专门设备。

STBY/OPERATE——准备/工作状态转换。对于电子管发信机，设备必须有预热时间，以使电子管的阴极能达到一定的温度，否则将损坏电子管。

### 7.5.3 共用部分

ANT——天线接口。

PWR——电源开关。

AC——交流电。

DC——直流电。

ROTATOR——天线方向控制器。

MODEM——调制解调器。在各种数据通信（如电传 RTTY）中它连接于计算机和电台之间。它把键盘信息转换成音频信号以使发信机得到调制信号，又能把收到的音频信号转换成计算机能辨认的电平信号。

TNC——数据通信用的终端节点控制器。它不仅有 MODEM 的功能，还具有智能作用，可以识别、执行来自收发双方计算机的许多指令。

## 7.6 自己动手制作辅助器材

### 7.6.1 功率计和驻波表

功率计和驻波表是业余无线电爱好者最常用的仪表。功率计主要用于测量发射设备输出功率，驻波表则用来检查天线和馈线系统的谐振匹配情况。在架设天线，特别是架设自制的天线时，驻波表更是必不可少的仪表。

成品的功率计和驻波表主要有数字式和指针式两种，选购时必须了解它们可承受的最大功率和工作频率的范围。

通常情况下对功率和驻波情况只需要一种定性的分析结果。在这种对测试精度要求不是很高的情况下，自制功率计和驻波表是一个不错的选择。

功率计和驻波表的基本电路主要包括定向耦合器、高频检波、直流电压检测显示以及必要的开关转接电路等几部分。

定向耦合器是通过式功率计和驻波表的核心器件。这是一种无源和可逆的高频器件，有 4 个端口。其工作原理是：当信号从端口 1 输入时（如功率计中接发信机的端口），大部分信号直通输出到端口 2（如功率计中接天线的端口），从端口 3 可以得到一小部分信号，端口 4 接匹配电路，图 7-62 为定向耦合器原理示意图。从原理上讲这 4 个端口都应该是匹配

的，通过的信号应无损耗，而且在没有反射信号时，端口 3 有输出信号，端口 4 则没有信号，即各端口之间有很高的隔离度。当然实际上总是有损耗存在，端口之间的隔离度也不是无限高的。在实际运用中，自制驻波表反向功率指示调不下去（即所谓“残留驻波”太大），或是显示的驻波比值随着输入功率变化等情况，就是定向耦合器性能不佳。在驻波表电路中，还经常反向运用第 4 个端口。这时，从端口 3 得到的是正向功率信号，从端口 4 得到的是反向功率信号。将这两个信号通过检波、滤波，再由表头加以显示，就可同时检测到正向功率和反向功率；将两者加以比较，便可以了解天馈系统的驻波状况了。

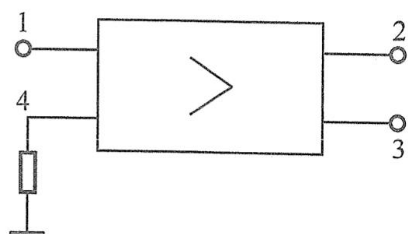



图 7-62 定向耦合器原理示意图

许多短波波段功率计和驻波表的定向耦合器采用磁环作耦合介质。同轴电缆穿过磁环作为直通通路，另外再绕一组线圈引出另两个端口，如图 7-63 所示。

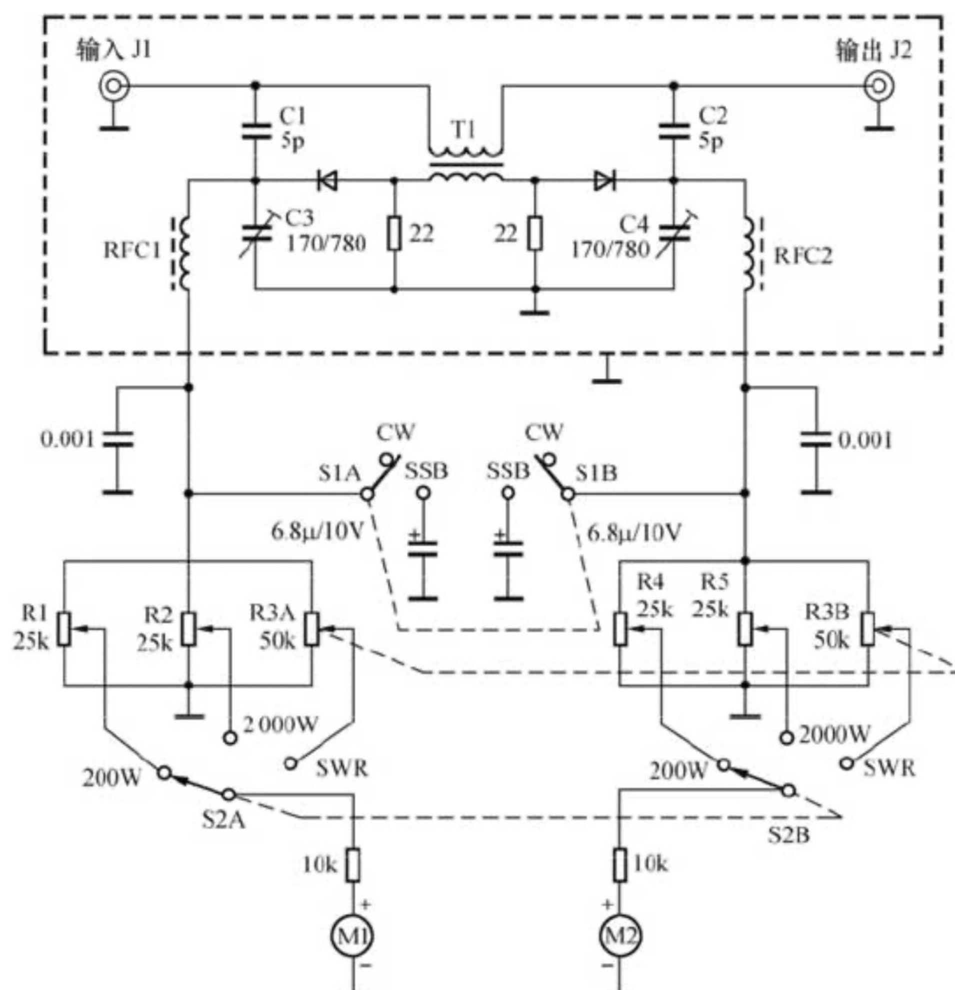



图 7-63 一个比较典型的功率/驻波两用表的电原理图

其中 T1 为高频耦合器，初级为一小段 50Ω同轴电缆，其外导电层的一端和内导体（电缆心）相接，另一端悬空。这一段电缆长度根据两个电缆接头 J1 和 J2 之间的距离确定。

T1 的次级绕在一个紧套在上述短电缆（初级）外的磁环上，用直径为 0.63mm 的漆包线在该磁环上均匀分布穿绕 40 圈。磁环应选用镍锌高频磁环，导磁率为 100 左右。耦合器次级两端分别连接了一个形式相同的检波电路，可以同时检出高频电流中两个不同方向的分量。

图 7-64 为一款适于自制的功率/驻波表的电路原理图。此表的两个定向耦合器各由 3 小段平行的普通铜焊条和两片剥去了铜皮的印制电路板构成。其中中心铜棒两端分别为提供直接通道的端口 1 和端口 2，两侧对称的铜棒分别提供了一个正向端口和一个反向端口，3 根铜棒构成了一个“双定向耦合器”。铜棒之间的距离以及长度决定了耦合度。对于 30MHz 以下的短波，耦合需要紧一些，所以铜棒长一些，用于 430MHz 的则较短，尺寸参数见表 7-11。这种结构的耦合器性能比较稳定，可通过控制机械尺寸改变参数，制作相对容易，对于直观地了解定向耦合器的原理也是一种不错的选择。铜棒和支架的具体尺寸见表 7-11，中心铜棒两端直接焊接在接发信机输出和天线的电缆插座中心接点上。

在图 7-64 中，D101、D102、D103、D104 共 4 个二极管和相关电阻、电容分别组成 4 个高频检波电路，分别输出正向、反向信号的电压。检测驻波时，先测正向信号，并调整电位器 W1，使表头指针指向满度。然后测反向信号。此时便可通过指针偏转角度来判断驻波比的大小了。

表 7-11 铜棒和支架的具体尺寸

| U 波段定向耦合器尺寸 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 长度 | 直径 | 中心间距 | 中心高度 |
| 中心铜棒（mm） | 50 | 1.8 | 3.5 | 7 |
| 两侧铜棒（mm） | 25 | 2.5 | 3.5 | 7 |
| HF 波段定向耦合器尺寸 | | | | |
| | 长度 | 直径 | 中心间距 | 中心高度 |
| 中心铜棒（mm） | 80 | 2.5 | 3.5 | 7 |
| 两侧铜棒（mm） | 70 | 2.5 | 3.5 | 7 |

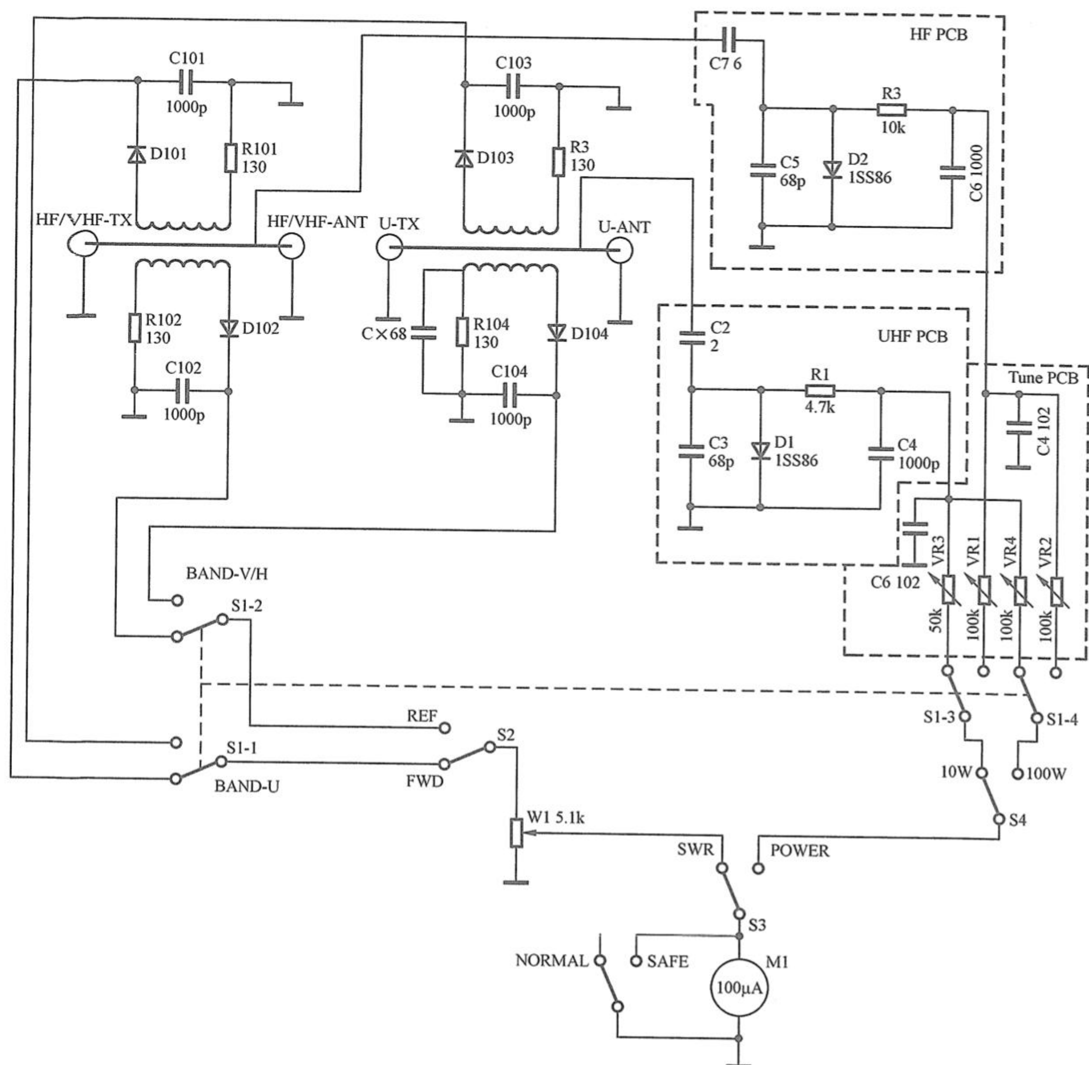



图 7-64 自制 HF/UHF 功率驻波表电原理图

为能使用常见的开关实现不同功能间的转换，如图 7-64 所示驻波/功率表的功率测试采用了两个独立的电路。分别用一只小容量电容器（C7 和 C2）直接从耦合器直通输出端引出一个高频信号，经过 D1 和 D2 及相关元件组成的检波电路，取得功率检测电压。将测功率的电路和测驻波比的电路分开，对提高定向耦合器的性能有一定好处。在超高频应用下（特别是 430MHz 波段），仪表的结构、布线对定向耦合器的端口输出隔离度的影响是很大的。换句话说，工作在 U 段时，想要使自制表在标准 50Ω负载下正反向输出指示有足够大的比值，且保证在相同负载下指示的驻波比值不随输入功率的增加而增加，还是挺困难的。在所介绍的这款仪表中，为了尽量减少影响定向耦合器的因素，功率检测电路做在一小块印制板上，并被直接固定在输出端口上。这个表的耦合器部分的实物照片如图 7-20 所示。面板上转换开关和检测电路之间用导线相连。由于各检测电路输出的已经是直流信号，所以连接线对整机性能的影响不太大。

图 7-65 为这款功率驻波表的实物图。




（a）内部（中、上部分为耦合器）　（b）面板　（c）背面

图 7-65 功率驻波表的实物图

本文介绍的自制表使用的是 85 型 100μA 单指针式表头，表面式样如图 7-66 所示，刻度值如表 7-12 所示。由于所用二极管特性及表头参数的差异，自制仪表不经过校准是无法使用的。

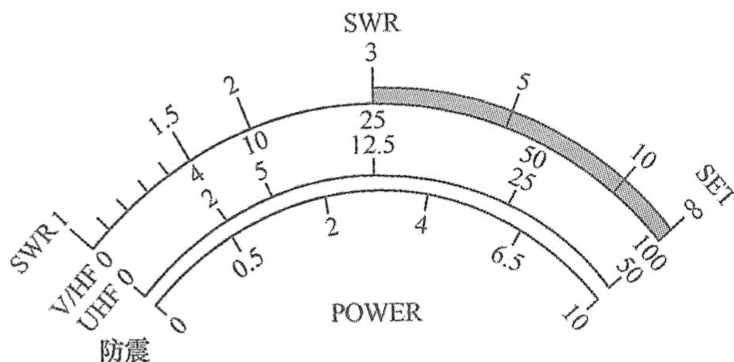



图 7-66 表面式样

表 7-12 表头指示刻度对照表

| SWR 驻波比 | | 高 功 率 挡 | | | 低 功 率 挡 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 标注数字 | 对应刻度值 | HF/VHF（W） | UHF（W） | 对应值 | 标注数字（W） | 对应值 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.5 | 20 | 4 | 2 | 20 | 0.5 | 20 |
| 3 | 50 | 10 | 5 | 30 | 2 | 40 |
| 5 | 71 | 25 | 12.5 | 50 | 4 | 60 |
| 10 | 90 | 50 | 25 | 76 | 6.5 | 80 |
| ∞ | 100 | 100 | 50 | 100 | 10 | 100 |

注：1. 表头弧线刻度的对应值以满度 100 等分为参照。

2. SWR 驻波比 1～1.5 再等分 5 格，3～5 刻度线用红色并加粗。

怎样才能确定测得的数值表示多大的驻波比呢？需要一个 50Ω假负载，至少还应有一个 150Ω的假负载，再借一个准确的驻波表。先把发射机和两个假负载分别接到准确的驻波表上，检查一下测得的驻波比是否是 1.1 和 3。然后将 50Ω假负载接在自制驻波表的天线端口上，将发射机接在表的输入端。按前述方法在测正向信号下调 W1 使表针刚好满度，再测反向信号，此时表针的位置就应该是驻波比 1.1 的位置。换上 150Ω假负载，再重复前面的步骤，此时表针指示的就是驻波比 3。有了这两个基本点，再参照标准表的刻度标上 1.5、2、2.5 等标记，这个表就基本可以使用了。如果能借助于标准表多测几个不同阻抗的负载或天线，再一一用自制表测到的结果对照校准，则自制表的精确度就更高了。

怎样才能确定测得的数值表示多大的功率呢？这就需要完全依靠标准功率表和“替代法”来完成了。首先要确定自制表的功率量程，即指针满度时表示多少瓦功率。图 7-49 所示表 HF 段分 10W 和 100W 两挡。以调试 10W 挡为例：将标准功率表接在 50Ω假负载和发射机输出端口之间，用 CW 模式 21.150MHz 将把发射机输出调整为 10W。然后把标准表撤下，将自制表替代标准表，调整自制表电路中的微调电阻 VR2，使表针刚好满度，10W

挡调试结束。为了校验自制表 10W 挡其他各点指示是否准确，可以重复进行以下操作：将标准表再接入电路，把发射输出调整为 8W，然后把已经调试好的自制表替换进去，在表针指示处做上 8W 的标记；再次将标准表接入，把发射输出调整为 6W、4W、2W……，每一次调整输出后都再把自制表替换进去，在其表针指示处做上相应功率的标记。需要指出的是，调整自制的功率表或驻波表，均应用这种“替代法”来完成，而不可以将标准表和待调整表串联在电路中来调试，“串联”调试的结果是错误的。由于 UHF 波段的发射机多为定值输出，所以调试的基准点不可能像短波那样多，但方法是一样的。

由于这款自制表驻波检测电路的二极管是直接接在耦合器上的，二极管的耐压和功率参数限制了这个表的最大承受功率。要想测更大的功率，则需减少耦合量；但减少了耦合量，测量小功率的灵敏度就有可能不够。因为同样的原因，目前这个电路的指标是，430MHz 最大承受 50W，短波最大承受 100W，使用的二极管要求反向击穿电压大于 60V。笔者选用的二极管型号为 1SS86，这种二极管市场较少见，而且其耐压值不一致。常见的检波二极管 1N60 的耐压不成问题，但其特性曲线和 1SS86 有所差别，带来的问题是在驻波 1.3 以下时表头指针偏转幅度较用 1SS86 时要小，在使用同样刻度线的表头时增加了测量误差。其他性能相似的市售指针式功率驻波表均采用高频功率二极管，而数字式功率驻波表则多用弱耦合加上不同的放大电路来实现不同的测量需求。

对于自制功率驻波表来说，其适用的频率范围问题是不能忽视的。电路简单但缺乏各种补偿措施，使这种表的适用频率范围不是很宽。我们选用 21.150MHz 和 435MHz 作为调试频率，对于爱好者在 HF 和 UHF 业余频段来讲精度还是够用的。对于 2m 段波，此表是利用 HF 波段通道来测量的，但承受功率和准确度都较 HF 波段有所下降。

### 7.6.2　DIY 电子电键

对于自学 CW 技术的爱好者来说，用一只电子电键（又称自动键）发报是最好不过的了，因为这样可以大大缩短练习发报技术的时间。

电子电键的基本功能是：当你控制电键的一对触点闭合时，电路能自动产生连续的“点”信号；当把另一对触点闭合时，电路便能连续地发“划”。这些“点”、“划”的速度都应该是可以调整的，产生“点”和“划”的电路工作在“触发”状态。即只要你瞬间闭合一下任一对触点，电路就能自动发一个完整的“点”或“划”，对于要求更高一些的电键，还应有一个“点”、“划”的记忆功能，当你触发了一个“划”或者“点”，在这一信号尚未结束紧接着触发另一个“点”或“划”时，电路可以记住这后一触发，待发完先触发的信号后再发这后一信号。

图 7-67 所示为 BD4RG 卜宪之先生设计的简单电子电键电路。该电路采用 5 片常用集成电路（4020 两片，4001、4011、4013 各一片）及少量元件组成，键控信号通过光耦器件与各类发信机连接。

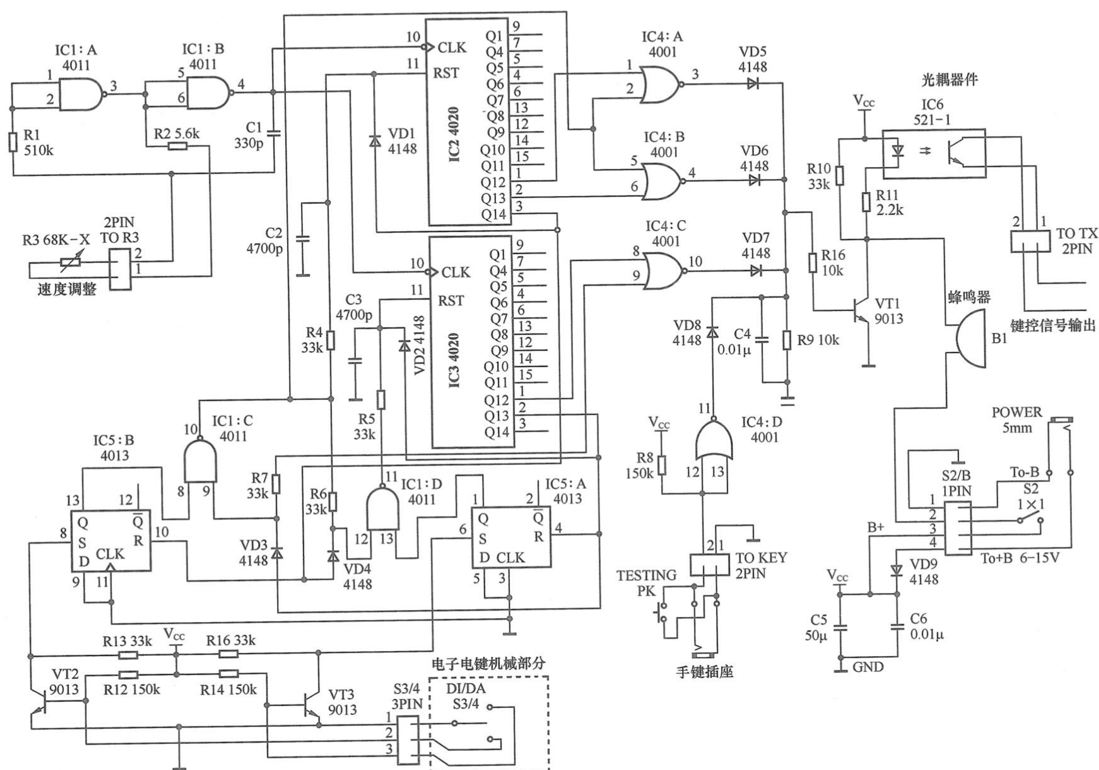
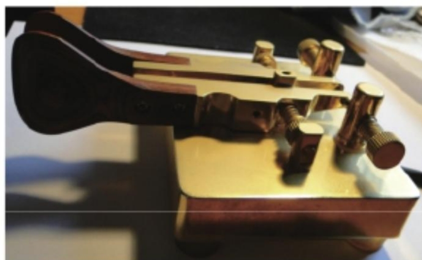



图 7-67 电子电键电路

用单片机可以做出电路更简洁、功能更强大的自动键，但本文介绍的电路对于学习电路知识、增加 DIY 经验是很有益处的。

电子电键的机械部分即键体部分又称为桨（Paddle），因为其手柄部分很像一柄划船的桨叶。图 7-68 是两款键体的外观照片，不难看出，要做出美观实用的自动键体也是一个难度不低的挑战!



(a)



(b)

图 7-68 自动键键体

# 第 8 章 依法设置和使用业余电台

中国的业余无线电爱好者在打算申办业余电台前不仅应该了解和掌握如何操作业余电台的知识和技能，还应该熟悉我国以及国际上对业余无线电通信的各种规定。

为管理和划分频率，协调全世界的各种无线电业务，作为联合国专业机构的“国际电信联盟”（ITU，International Telecommunication Union），定期召开有各国政府代表和国际业余无线电联盟（IARU）代表参加的国际会议，并制定、修改适用于全世界的无线电管理法规——《无线电规则》。在《无线电规则》和我国原信息产业部颁布的《中华人民共和国无线电频率划分规定》中，对“业余业务”“卫星业余业务”以及“业余无线电爱好者”等都做了明确的定义和规定。《无线电规则》中有关业余无线电部分的摘录，请参考附录 13。

国际业余无线电联盟（IARU，International Amateur Radio Union）是由世界上大多数国家和地区的业余无线电组织参加的国际性民间业余无线电组织。根据 ITU 的规定，国际业余无线电联盟划分为 3 个区（详见第 1 章），中国属第 3 区。我国内地和我国香港特别行政区、澳门特别行政区以及我国台湾地区，都是 IARU3 区成员。

为了加强无线电管理，维护空中电波秩序，有效利用无线电频谱资源，保证各种无线电业务的正常进行，1993 年我国国务院、中央军委颁布了《中华人民共和国无线电管理条例》并于 2016 年进行了修改（见附录 1），2012 年国家工业和信息化部发布了《业余无线电台管理办法》（见附录 14）。根据这两个文件的规定，国家无线电管理机构和省、自治区、直辖市无线电管理机构（简称地方无线电管理机构）依法对在中华人民共和国境内设置、使用的业余无线电台实施监督管理。

由国务院、中央军委于 2010 年 8 月颁布并于当年 11 月 1 日起施行的《中华人民共和国无线电管制规定》（见附录 14），是为维护国家安全和社会公共利益而制定的另一部无线电管理法规文件。无线电管制，是指在特定时间和特定区域内，国家依法采取的限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用，以及对特定的无线电频率实施技术阻断等措施，是对无线电波的发射、辐射和传播实施的强制性管理。每一名无线电爱好者都必须遵守这一规定。

《业余无线电台管理办法》颁布后，国家工业和信息化部又下发了多个文件，如《关于实施〈业余无线电台管理办法〉若干事项的通知》（见附录 15）、《关于进一步明确和规范业余无线电台管理有关工作的通知》（见附录 15）等。受工信部委托对业余无线电活动进行工作指导的中国无线电协会（RAC，Radio Association of China）也相继制定了《业余无线电台操作技术能力验证暂行办法》（见附录 16）、《各类别业余无线电台操作技术能力验证考核暂行标准》（见附录 16）和《〈来访者业余无线电台临时操作证书〉申请办法》（见附录 19）。这些都是爱好者一定要熟知和遵守的法规性文件。

## 8.1 业余电台的分类管理及相应操作能力要求

我国对业余无线电台实施分类管理办法。国家无线电管理机构将我国业余电台分为 A、B、C 3 类进行管理，分类标准如下。

（1）A 类业余电台：可以在 30～3000MHz 范围内的各业余业务和卫星业余业务频段内发射工作，且最大发射功率不大于 25W。

（2）B 类业余电台：可以在各业余业务和卫星业余业务频段内发射工作，30MHz 以下频段最大发射功率不大于 100W，30MHz 以上频段最大发射功率不大于 25W。

（3）C 类业余电台：可以在各业余业务和卫星业余业务频段内发射工作，30MHz 以下频段最大发射功率不大于 1000W，30MHz 以上频段最大发射功率不大于 25W。

爱好者想要设置业余电台，必须具备与所设电台类别相应的知识和操作技术能力。

受国家工业和信息化部委托，中国无线电协会业余无线电分会（CRAC，Chinese Radio Amateurs Club）制定了检验设置业余电台所必需的操作技术能力的基本标准和进行验证考核的办法，并编制了操作技术能力验证考核题库，全面负责对验证工作的技术指导，以及印制验证合格证明和发放等工作。

对设置各类业余电台所需要具备的基本操作技术能力要求，其主要内容包括：无线电管理相关法规、无线电通信的程序和方法、无线电系统原理、与业余无线电台有关的安全防护技术、电磁兼容技术以及射频干扰的预防和消除方法等几个方面。对于 B 类和 C 类业余电台，操作者还应掌握业余无线电通信的国际规则和规范。

中国无线电协会业余无线电分会（CRAC）编制了《业余无线电台操作技术能力验证考核题库》，发布了操作能力计算机模拟考试程序，供爱好者学习和自我验证。考核题库已由人民邮电出版社出版发行，模拟考试程序可以通过 CRAC 网站免费获取。

A 类和 B 类业余电台所需操作能力验证考核及验证合格证明的发放工作由各省、自治区、直辖市无线电管理机构或其委托的机构负责组织实施，C 类业余电台操作能力验证及合格证明发放工作由中国无线电协会负责进行。各类验证考核均以书面闭卷考试的方式进行，考试题目从题库中随机抽取，答题方式均为选择题。

工业和信息化部委托中国无线电协会负责统一印制的，由中国无线电协会和各地无线电管理机构发放的业余无线电台操作技术能力验证合格证明——《中国无线电协会业余电台操作证书》（以下简称《操作证书》）是申请设置和使用业余无线电台的资格凭证，全国范围内有效，《操作证书》样式见图 8-1（正面）和图 8-2（背面）。

爱好者初次申请业余无线电台操作技术能力考核，须首先参加 A 类业余无线电台操作技术能力考试；取得 A 类验证合格证明 6 个月后可以申请参加 B 类操作技术能力考试；取得 B 类验证合格证明并且设置 B 类业余无线电台两年后，可以申请参加 C 类操作技术能力考试。

包括青少年在内的接受培训的人员，可以在业余无线电台设置人或者技术负责人的现场辅导下，在业余无线电台执照核定范围和国家有关业余无线电台操作权限规定确定的范围内，进行发射实习操作。实习操作应严格遵守《业余无线电台管理办法》各项规定，发射时不得超过 B 类业余无线电台的发射功率和频率范围。




图 8-1 《操作证书》样式（正面）



本证书由中国无线电协会业余无线电工作委员会（CRAC）根据《业余无线电台管理办法》及其他相关规定颁发，作为持证人业余无线电台操作技术能力经验证合格的证明。

常用业余无线电频率与所需操作技术能力类别参考对照表

| 频　率 | 类别 | 频　率 | 类别 | 频　率 | 类别 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1800-2000 KHz | BC | 14250-14350 KHz | BC | 50-54 MHz | ABC |
| 3500-3900 KHz | BC | 18068-18168 KHz | BC | 144-148 MHz | ABC |
| 7000-7200 KHz | BC | 21000-21450 KHz | BC | 430-440 MHz | ABC |
| 10100-10150 KHz | BC | 24890-24990 KHz | BC | 专用　共用　次要 | |
| 14000-14250 KHz | BC | 28000-29700 KHz | BC | | |

NO.A00010001

图 8-2 《操作证书》样式（背面）

2013 年以前，我国的业余无线电操作资格凭证（《中华人民共和国业余无线电台操作证》，以下简称旧版操作证）是由中国无线电运动协会（CRSA，Chinese Radio Sports Association）印发的。根据当时规定，《操作证》根据操作水准划分，共分为 1 级至 5 级共 5 个级别，其中 5 级为收听级。根据 2013 年开始执行的《业余无线电台管理办法》规定，由中国无线电协会负责组织将旧版操作证换发为《中国无线电协会业余电台操作证》，其中四级旧版操作证换为 A 类业余无线电台《操作证书》，二级、三级旧版操作证换为 B 类业余无线电台《操作证书》，一级旧版操作证换为 C 类业余无线电台《操作证书》。

各类业余无线电台可以使用的频率和发射功率在本章的 8.1 节已有阐述，各频段的具体可用频率可参见图 8-2《操作证书》背面的“对照表”。

应该说明的是，由于业余业务在某些频段内，比如 50MHz 及 430MHz 频段中属于“次要业务”，地方无线电管理机构有可能根据当地频率分配使用情况对业余业务进行限制，这是在业余无线电台操作中必须了解和遵守的。

各国对各业余频率段内允许操作的各种通信模式做了规划。中国无线电协会业余无线电分会（CRAC）根据法规并参照国际惯例，对我国所有业余频段内的操作方式和应急通信频率做了规划。《CRAC 业余频率使用及应急频点推荐规划》见附录 17。

## 8.2 个人设置业余电台的基本条件和申办程序

根据《业余无线电台管理办法》规定，在中华人民共和国境内生活和工作的个人，只要符合一定的条件，就可以申请设置业余电台。合法设置业余电台的必要步骤是：按《业余无线电台管理办法》的规定办理设置审批手续，并取得业余电台执照。

个人申请设置业余电台应具备的基本条件有：

（1）熟悉无线电管理规定；

（2）具备国家无线电管理机构规定的操作技术能力，即获得了由中国无线电协会颁发的《业余电台操作证书》；

（3）无线电发射设备符合国家相关技术标准；

（4）法律、行政法规规定的其他条件。

个人申请设置具有发信功能的业余无线电台者应当年满十八周岁。

申请设置业余电台应参照以下步骤进行。

（1）向地方无线电管理机构或其委托的单位申请参加“业余无线电台操作技术能力验证”考核。

各地承担组织考试的机构一般会通过网站等途径事先公布考试计划以及报名时间、方式（报名地点或电子邮箱）、须提交的材料、费用及考试地点、方式等相关信息。

爱好者应按照考试机构的要求提供准确的个人信息，收取纸质信函的准确通信地址和其他相关资料。

由于业余无线电台操作技术能力验证合格证明——《中国无线电协会业余电台操作证书》（以下简称《操作证书》）是申请设置和使用业余无线电台的资格凭证，全国范围内有效，所以爱好者可以在户籍所在地或异地报名参加验证考核。验证考核一般都以闭卷考试的形式进行。

（2）参加考试并获得合格成绩。

验证考核使用工业和信息化部无线电管理局组织审定的题库，并采用由中国无线电协会编制的考试程序形成随机试卷。A 类试卷共 30 题，答题时间不超过 40 分钟，答对 25 题（含）以上为合格；B 类试卷共 50 题，答题时间不超过 60 分钟，答对 40 题（含）以上为合格；C 类试卷共 80 题，答题时间不超过 90 分钟，答对 60 题（含）以上为合格。（见附录 16）。本书根据题库编写了《A 类业余电台操作证书考试内容提要》（见附录 20）供读者学习和参考。

业余无线电台操作技术能力验证属于设置业余无线电台的基本条件之一。国家无线电管理机构明确规定了该项工作应严格按照《业余无线电台管理办法》等文件精神执行，要求各地不得人为设定其他准入门槛，擅自增设申请设置业余电台的许可条件，不得以是否为某组织会员、是否参加某服务项目等理由为借口，给符合条件和标准的申请人设置障碍，并要求在组织业余无线电台操作技术能力验证考核工作中，严禁将培训与考试挂钩，强制或变相收取培训费，不得损害业余无线电爱好者的合法权益。

（3）取得《中国无线电协会业余电台操作证书》。

《操作证书》是由工业和信息化部委托中国无线电协会负责统一印制的。对于 A 类和 B 类考试，中国无线电协会业余无线电分会（CRAC）根据各省、自治区、直辖市无线电管理机构上传的考试合格人员的申报材料，配给《操作证书》编号，并将《操作证书》电子版交由相关地方无线电管理机构供其打印和发放。C 类考试结果由 CRAC 负责审核，《操作证书》也由其打印和发放。

（4）填写《业余无线电台设置（变更）申请表》和《业余无线电台技术资料申报表》。这两种表格的样式如本书附录 14 之（1）的“国无管表 17”和“国无管表 19”所示，其背面均有填写的说明和要求。填写完毕并在“申请人或者申请单位应保证遵守的承诺条件”栏目内签名（盖章）后，将两份表格连同申请者的身份证件一并交给无线电管理机构。如果是单位设台，其电台负责人不是单位法人代表自己，应由法人代表出具的委托书。已经设立的业余电台，要更改或添加原电台执照填写核准的项目时，也必须填写这套表格。此套申报表不适用于设立空间业余电台，这是因为设立空间电台，还要提前向 ITU 登记并缴纳登记费，进行国际协调，所以需要设台单位有更专业化的人员向国家无线电机构办理专门的手续。

（5）向设台地地方无线电管理机构提交填写好的《业余无线电台设置（变更）申请表》和《业余无线电台技术资料申报表》以及设台者的身份证明原件、复印件和《操作证书》原件、复印件。

（6）将相应的无线电发射设备交无线电管理机构或其委托单位进行检测。

受理设置业余无线电台申请的无线电管理机构将按照《中华人民共和国无线电频率划分规定》中的有关规定，对申请使用的自制、改装、拼装的业余无线电发射设备的频率容限和杂散发射等射频指标进行检验（对发射设备要求的技术指标见第 7 章）。对已取得《中华人民共和国无线电发射设备型号核准证》的业余无线电台专用无线电发射设备，则将视其状况进行检验。

对于申请材料齐全、符合法定形式和《业余无线电台管理办法》各项规定的，无线电管理机构将在自受理申请之日起 20 个工作日内向申请人核发业余无线电台执照，同时指配业余电台呼号。

业余无线电台执照由国家无线电管理机构统一印制。个人设置的业余电台执照载有执照编号、执照有效日期、设台人姓名和身份证件号码、业余电台呼号、业余无线电台类别（A 类、B 类、C 类）、通信使用区域（“本省市”或“全国”）、设备型号及其出厂序号、执照核发单位及核发日期。

业余无线电执照对电台设备的核定采用一个台站允许有多部设备的方式，一张执照载明所核定使用的全部发射设备。发射设备多于一部时，在执照附页上载明其余设备的型号出厂序号，附页载有与执照一致的执照编号并加盖核发单位印章，须与该执照同时使用方为有效，业余无线电台执照的式样见图 8-3。




图 8-3 个人设置的普通业余电台执照式样

业余无线电台执照的有效期不超过 5 年。执照有效期届满后需要继续使用的，应当在有效期届满前 30 日以前向核发执照的无线电管理机构申请办理延续手续。

在本省、自治区、直辖市范围内通信的业余无线电台，由设台地地方无线电管理机构审批。通信范围涉及两个以上的省、自治区、直辖市或者涉及境外的业余无线电台，由国家无线电管理机或其委托的设台地地方无线电管理机构负责审批并核发业余无线电台执照。业余信标台、用于卫星业余业务的空间业余无线电台等特殊业余无线电台的审批和核发执照由国家无线电管理机构负责。

## 8.3 单位或团体设置业余电台的申办程序

根据《业余无线电台管理办法》，凡经正式注册登记的单位、团体（以下简称“单位”）都可以申请设置业余电台，其申办程序和个人设置业余电台的申办程序是相同的。

单位申请设置业余电台时，需明确“电台负责人”和“技术负责人”。电台负责人应熟悉无线电管理规定，技术负责人应具备个人设置业余电台的基本条件。

在申办单位设置的业余无线电台时，除了必须提交电台负责人个人身份证明材料、技术负责人的《操作证书》等材料外，还需提交设台单位身份标识的相关证明材料原件、复印件，包括设台单位的组织机构代码证等。

单位设置的业余电台，其电台执照上载明设台单位全称、组织机构身份标识码，以及电台负责人和技术负责人的姓名和身份证号码等信息（式样见图 8-4）。

单位设置业余电台的呼号和个人设置业余电台的呼号组成方式一样，均由无线电管理机

构根据设置时间的先后按照普通业余无线电台顺序指配呼号。

XX0196772

中华人民共和国无线电台执照

根据《中华人民共和国无线电管理条例》和国家相关规定，颁发本执照，准予安装和使用下述无线电设备

执照编号：AE7891230　　　　有效期：2013年1月1日至2017年12月31日

| | | | |
|---|---|---|---|
| 设台单位 | 太平市南城区青少年科技教育中心 | 单位机构代码 | 7891230 |
| 电台负责人 | *** | 身份证件号码 | 123456789012345678 |
| 技术负责人 | *** | 身份证件号码 | 1234567890098765412 |
| 电台呼号 | BH**** | 通信使用区域 | 全国 |
| 电台类别 | B类 | | |
| 设台地址或车牌号 | 太平市南城区民主大街2468号 | | |

| 业余电台无线电发射设备 | | |
|---|---|---|
| 发信设备型号 | 设备出厂号 | 备注 |
| HamRadio 88-A | HR000124 | |
| IC-2720 | I0012346 | |
| TS-480SAT | S991235 | |
| 自制 HF/QRP | 无 | 7MHz/14MHz/21MHz/28MHz 4频段 输出5W |

中华人民共和国工业和信息化部

发证机关

业余电台批准设台管理机构 公章或执照专用章

核发单位（盖章）：

日期：2013年1月1日

图 8-4 单位业余无线电台执照式样

2013 年以前，我国将业余电台分类为“个人业余电台”和“集体业余电台”等类别，并将集体业余电台呼号的前缀规定为“BY”，“BY 台”成为集体业余电台的代名词。至 2004 年底，我国各地共建立了两百多个 BY 台，这些电台在推动业余电台活动健康有序发展、培养青少年的无线电兴趣等方面曾经发挥了巨大的作用，积累了许多宝贵的经验，不少 BY 台至今还活跃于空中。根据《业余无线电台管理办法》的规定，2012 年以后单位设置的业余电台不再冠以 BY 呼号前缀。为便于读者了解这一段历史和备查，本书在附录中保留

了我国部分 BY 业余电台（见附录 3 之（2））。

## 8.4 特殊业余无线电台站

业余信标台、空间业余无线电台以及为试验特殊通信技术、需要临时超过文件规定的发射功率限值等使用的业余电台称为特殊业余电台站。设立特殊业余无线电台站需经国家无线电管理机构审批。设台个人或设台单位应事先向所在地无线电管理机构提出申请，经地方无线电管理机构报请国家无线电管理机构批准并核发电台执照后，方可按照批准的时间、地点等限定条件设置使用。具体申请程序请参考本章 8.2 和 8.3 节。

无线电爱好者常把为特定事件临时设置使用的业余电台称为特设电台（Special event station）。在举办奥运会时，或遇国际重大纪念活动时我们常可听到这类电台的信号。它们的呼号往往不同于平常的业余电台，一般都带有当次活动的特征，所以比较容易辨认。如 2014 年韩国亚运会特设台 DT17AGI，呼号冠字后的"17AGI"就是第 17 届仁川亚运会的字头；2008 年北京奥运会时，我国曾设有 5 个特设业余电台，呼号后缀分别是奥运会字头"O"加"北、京、欢、迎、你"5 个汉语拼音的字头：BT1OB、BT1OJ……BT1ON；2014 年在南京举办第二届夏季青年奥运会，其特设业余电台的呼号是 B4YOG，其后缀取自青奥会英文缩写。

申办这类业余电台和申办特殊业余无线电台站的要求和程序是一样的。

## 8.5 竞赛中的临时专用呼号

有一些业余电台仅在通联竞赛中出现，这些电台使用的呼号"竞赛中的临时专用呼号"，爱好者们习惯简称为"竞赛呼号"。

竞赛呼号主要有 1×1、1×2 格式的短呼号，即前缀为 B，加分区数再加后缀（1 或 2 个字符），例如"B4R"，还有参加 IARU HF 锦标赛时的"国家俱乐部电台"呼号，即前缀为 B，加分区数再加后缀为 HQ 的呼号，例如"B1HQ"等。

要使用竞赛呼号参加比赛，应由设台人或设台单位事先向中国无线电协会提出申请，并在获得其书面批准后按规定设置使用。

竞赛呼号使用期限仅限于当次比赛，需要"一赛一申请"。

由于特殊业余无线电台和竞赛电台多为临时使用，而来自国外的 QSL 卡片交换请求则会延续数年甚至更长时间，所以在申请设立这一类电台之前，设台主体必须有妥善处理 QSL 卡片工作的长期安排，以免在国际上造成不良影响。

## 8.6 如何申办和使用业余无线电中继台

业余无线电中继台（Repeater，以下简称"业余中继台"）是爱好者进行移动通信和应急通信的重要工具。随着我国 V/U 段业余电台的快速增长，如何有序地设置和使用业余无线电中继台的问题已经备受社会关注。

业余中继台是业余无线电台的一种，它的申请设置办法和各类普通业余无线电台的要求一样。

申请设置业余中继台时，需在《业余无线电台设置（变更）申请表》的"台站种类"栏中选勾"特殊"项并注明"中继台"，在相关栏目中准确填报上、下行频率等技术参数。这些参数将被载明在电台执照上。设置人或单位取得该中继台的业余无线电台执照后方可按执照核定项目开通使用。中继台执照的式样见图 8-5。

XX0196772

# 中华人民共和国无线电台执照

根据《中华人民共和国无线电管理条例》和国家相关规定，颁发本执照，准予安装和使用下述无线电设备

执照编号：AE7891230　　　　有效期：2013年1月1日至2017年12月31日

| | | | |
|---|---|---|---|
| 设台单位 | 太平市南城区青少年科技教育中心 | 单位机构代码 | 7891230 |
| 电台负责人 | 张** | 身份证件号码 | 123456789012345678 |
| 技术负责人 | 李** | 身份证件号码 | 123456789098765432 |
| 电台呼号 | DH**** | 通信使用区域 | 限固定使用 |
| 电台类别 | 业余中继台 | 发射功率 | 25W |
| 上行频率 | 439.250MHz | 下行频率 | 434.250MHz |
| 设台地址或车牌号 | 太平市南城区民主大街2468号 | | |

| 业余电台无线电发射设备 | | |
|---|---|---|
| 发信设备型号 | 设备出厂号 | 备注 |
| TKR-931 | XX0012345 | 主设备 |
| TKR-931 | XX0012639 | 备份设备，仅在主设备停用时开启。 |
| | | |
| | | |

中华人民共和国工业和信息化部

发照机关

业余电台批准设台管理机构公章或执照专用章

核发单位（章）

日期：2013年1月1日

图 8-5 单位设置的业余中继台执照式样（固定电台）

设置业余中继台应遵循以下原则。

（1）同一地区同一频段原则上只设置一个业余中继台。地方无线电管理机构一般会根据当地已有业余中继台的情况进行协调处理。

（2）业余中继台的设置和技术参数等应当符合国家以及设台地地方无线电管理机构的规定。

（3）业余中继台应当向其覆盖区内所有业余无线电台提供平等服务，并将使用业余中继台所需的各项技术参数公开。

（4）业余中继台不得以任何名义进行变相商业运营或者收取使用费用。（5）业余中继台选用的频率以及双工频差应符合相关技术规范。

按国际惯例，“中继台”允许使用的频率、功率，以及上、下行之间的频差如表 8-1 所示。

表 8-1 中继台允许使用的频率、功率及频差

| 频段 | 高段 | 低段 | 频差 | 功率 |
|---|---|---|---|---|
| 29MHz | 29.610～29.700MHz | 29.520～29.590MHz | ±100kHz | 10W |
| 50MHz | 53.500～54.000MHz | 52.000～52.500MHz | ±1.5kHz | 10W |
| 144MHz | 145.200～145.800MHz | 144.60～145.20MHz | ±600kHz | 10W |
| 430MHz | 438～440MHz | 433～435MHz | ±5MHz | 10W |
| 1200MHz | 1282～1288MHz | 1270～1276MHz | ±12MHz | 5W |

表 8-1 中的数值，各地申请时可做参照，实际使用则应以无线电管理机构批准的为准。但各频段使用的频差一般都应遵循表中的标准值。

业余中继台应当周期性地以 CW 方式发送本台呼号，两次发送的时间间隔不得超过 10 分钟。业余中继台呼号的前缀为 BR。

业余中继台应当设专人负责监控和管理工作，配备有效的遥控手段，业余中继台的设置人应当对无线电发射设备进行有效监控，确保正常工作，保证能够及时停止其造成的有害干扰。

通常情况下，一个“中继台”的安全责任人（管理人员），原则上只能管理一个频段的一个“中继台”。安全责任人（管理人员）应对其管理的“中继台”负全责，保持经常性的维护、管理和监听等工作，对违法使用者进行劝告、记录和录音，保证“中继台”正常有序地运行。遇有“紧急通信”时，应协调、保证紧急通信使用“中继台”的优先权。当“中继台”受到恶意干扰、强行使用和可能导致危及社会秩序时，安全责任人（管理人员）应及时、果断地采取技术措施予以阻止。

“中继台”的开闭应能以无线或有线方式进行远程控制。“中继台”常使用亚音频（CTCSS）等技术手段抑制带内干扰。任何涉及两个或多个“中继台”连接，以及“中继台”连接到其他设备时，都必须经相关各方安全责任人（管理人员）协调和同意、得到相关地域无线电管理机构的批准后方可进行。通常情况下，不提倡“中继台”之间连接，因为这将降低“中继台”的使用率且容易产生不良干扰。

使用“中继台”，应遵守以下规则。

（1）使用“中继台”前，应首先聆听 2～3 秒，确定无人使用，方可呼叫。

（2）呼叫或联络开始时必须使用呼号全称，沟通后至少每隔 2 分钟报一次呼号。

（3）如确有要事需插入他人的联络，则应在联络一方发信完毕，另一方尚未发信之前，以简洁明了的语言插入，并报出自己的呼号，不可强行插入。

（4）在通信过程中，应尽量避免发送超过 1 分钟的连续信息，收、发信交替时，要留有 1～2 秒的间隙，以便于他人有要事可以插入。

（5）联络双方可用单频点直接通信时，应尽量不使用“中继台”。

（6）除有特殊规定外，目前使用“中继台”均应以语言模式为主，不提倡其他模式的通信，通信内容必须符合业余电台管理的有关法规。

（7）应严格遵循紧急通信、手持机、车载台、固定台的使用顺序和强信号让弱信号，本地信号让外地信号的原则，遇有应急通信，一般通信不得占用“中继台”频率。

（8）尊重“中继台”安全责任人（管理人员）的实时管理和服务。

各地设置或批准设置业余中继台的单位或机构及时向 CRAC 提供所设置或者所批准的

业余中继台的主要信息，以便汇总公布。信息填报注意事项见附录 16 之（3）。

## 8.7 业余电台涉外交流活动方面的有关规定

业余电台的联络是世界性的，这一特点决定了其活动本身就具有涉外性质。和世界各国爱好者的空中联络、QSL 卡片和信件交往乃至直接见面等情况随时可能遇到，所以我们应该熟悉业余电台在涉外交流活动方面的有关规定。

2004 年 3 月，我国中央人民政府和香港特别行政区签订了业余无线电台的互惠协议，从 2004 年 6 月 10 日开始，中国香港永久性居民凭香港的业余电台牌照可在内地申请设置或操作相应等级的业余电台（申请办法参见本章 8.7.2 节）；内地的业余无线电操作者到中国香港可凭有效的《操作证书》业余无线电台执照，申请设置或操作中国香港相应等级的业余电台。《内地业余无线电操作者逗留或到访香港特别行政区时申请业余电台牌照及操作授权证明的指引》、《香港业余电台牌照的操作权限—操作频率及功率限制》及《内地居民来港申请业余电台牌照/操作授权证明表格》分别见附录 18 之（1）、（2）、（3）。

### 8.7.1 有关外籍人员在华操作的规定

任何人在本国领土以外的地方设立和使用无线电发射设备，必须经双方政府签订协议或文件同意。持本国业余电台执照到外国设置、操作业余电台，必须遵循两国政府间签订的互惠协议。根据我国《业余无线电台管理办法》，中华人民共和国境外的组织或者个人在境内设置、使用业余无线电台，其所在的国家或者地区与中华人民共和国签订相关协议的，按照协议办理；未签订相关协议的，按照《业余无线电台管理办法》的规定办理。

除我国内地与香港特别行政区之间签署了业余无线电互惠协议外，目前我国尚未和其他任何国家和地区有这方面的协议。所以，对尚未与我国签订业余无线电互惠协议的国家和地区的爱好者，应按照我国《业余无线电台管理办法》的规定办理。

一是申请办理《来访者业余无线电台临时操作证书》，在境内既有业余电台上操作。

来华的非中华人民共和国公民，可以凭本人护照及在本国（或本地区）所持有的有效业余电台执照，向中国无线电协会申请办理《来访者业余无线电台临时操作证书》，凭临时操作证书在国内已有业余电台上进行“客座操作”，并按照《业余无线电台管理办法》的规定使用既有业余电台的呼号。

二是申请设置个人业余无线电台。

在华工作学习的境外业余无线电爱好者，无论其是否持有其本国或本地区业余电台执照，都可以按我国《业余无线电台管理办法》的规定，参加我国的业余无线电台操作技术能力验证考核，在获得《操作证书》后，像中国公民一样申请设置个人业余无线电台，使用中国电台执照所指配的呼号进行操作。

### 8.7.2 境外爱好者如何申请、办理《来访者业余无线电台临时操作证书》

中国无线电协会制定了《来访者业余无线电台临时操作证书》申请办法（见附录 15）。凡持有有效业余电台操作证到访中华人民共和国的业余无线电爱好者，均可以申请与本人操作级别相似的中国《来访者业余无线电台临时操作证书》。此证仅为其在已有的中华人民共和国业余电台上进行合法操作的资格证明，而非许可另外设置业余无线电台。

《来访者业余无线电台临时操作证书》由中国无线电协会业余无线电分会（CRAC）签发。爱好者应通过电子邮件方式向 CRAC 申请，邮箱地址是：licensing@crac.org.cn。

申请“访问操作证”需提供下列材料：

（1）载有申请者签署遵守中国无线电法律和规则的承诺申请表；

（2）文本格式的来访者本人信息（txt 或 doc 格式）；

（3）有效旅行证书和中国签证的图像副本（pdf 或 jpg 格式，图像垂直边像素不低于 1000）；

（4）本人有效业余电台执照的图像副本（pdf 或 jpg 格式，图像垂直边像素不低于 1000）；

（5）身份证照片（pdf 或 jpg 格式，图像垂直边像素不低于 600）

（6）CRAC 可能需要的其他信息。

CRAC 将通过电子邮件把《来访者业余无线电台临时操作证书》的图像副本发给被批准的申请者以供下载打印。批准信息也将会在 CRAC 网站上公布并作为有效性检查的官方参考。

除申请者要求直接到 CRAC 办公室来领取外，不向申请者邮寄实物证书。《来访者业余无线电台临时操作证书》正面样式见图 8-6。

申请办理来访者临时操作证不需要服务费用。




图 8-6 来访者临时操作证书样式（正面）

2015 年 9 月，国家工业和信息化部发布了《关于香港永久性居民在内地设置和使用业余电台有关事项的通告》（见附录 19），使香港特区的爱好者在内地从事业余电台活动更加方便。

# 附　录

## 附录 1 《中华人民共和国无线电管理条例》

(1993 年 9 月 11 日 中华人民共和国国务院、中华人民共和国中央军事委员会令第 128 号发布,
2016 年 11 月 11 日中华人民共和国国务院、中华人民共和国中央军事委员会令第 672 号修订)

### 第一章 总则

第一条 为了加强无线电管理，维护空中电波秩序，有效开发、利用无线电频谱资源，保证各种无线电业务的正常进行，制定本条例。

第二条 在中华人民共和国境内使用无线电频率，设置、使用无线电台（站），研制、生产、进口、销售和维修无线电发射设备，以及使用辐射无线电波的非无线电设备，应当遵守本条例。

第三条 无线电频谱资源属于国家所有。国家对无线电频谱资源实行统一规划、合理开发、有偿使用的原则。

第四条 无线电管理工作在国务院、中央军事委员会的统一领导下分工管理、分级负责，贯彻科学管理、保护资源、保障安全、促进发展的方针。

第五条 国家鼓励、支持对无线电频谱资源的科学技术研究和先进技术的推广应用，提高无线电频谱资源的利用效率。

第六条 任何单位或者个人不得擅自使用无线电频率，不得对依法开展的无线电业务造成有害干扰，不得利用无线电台（站）进行违法犯罪活动。

第七条 根据维护国家安全、保障国家重大任务、处置重大突发事件等需要，国家可以实施无线电管制。

### 第二章 管理机构及其职责

第八条 国家无线电管理机构负责全国无线电管理工作，依据职责拟订无线电管理的方针、政策，统一管理无线电频率和无线电台（站），负责无线电监测、干扰查处和涉外无线电管理等工作，协调处理无线电管理相关事宜。

第九条 中国人民解放军电磁频谱管理机构负责军事系统的无线电管理工作，参与拟订国家有关无线电管理的方针、政策。

第十条 省、自治区、直辖市无线电管理机构在国家无线电管理机构和省、自治区、直辖市人民政府领导下，负责本行政区域除军事系统外的无线电管理工作，根据审批权限实施无线电频率使用许可，审查无线电台（站）的建设布局和台址，核发无线电台执照及无线电台识别码（含呼号，下同），负责本行政区域无线电监测和干扰查处，协调处理本行政区域无线电管理相关事宜。

省、自治区无线电管理机构根据工作需要可以在本行政区域内设立派出机构。派出机构在省、自治区无线电管理机构的授权范围内履行职责。

第十一条 军地建立无线电管理协调机制，共同划分无线电频率，协商处理涉及军事系统与非军事系统间的无线电管理事宜。无线电管理重大问题报国务院、中央军事委员会决定。

第十二条 国务院有关部门的无线电管理机构在国家无线电管理机构的业务指导下，负责本系统（行业）的无线电管理工作，贯彻执行国家无线电管理的方针、政策和法律、行政法规、规章，依照本条例规定和国务院规定的部门职权，管理国家无线电管理机构分配给本系统（行业）使用的航空、水上无线电专用频率，规划本系统（行业）无线电台（站）的建设布局和台址，核发制式无线电台执照及无线电台识别码。

### 第三章 频率管理

第十三条 国家无线电管理机构负责制定无线电频率划分规定，并向社会公布。

制定无线电频率划分规定应当征求国务院有关部门和军队有关单位的意见，充分考虑国家安全和经济社会、科学技术发展以及频谱资源有效利用的需要。

第十四条 使用无线电频率应当取得许可，但下列频率除外：

（一）业余无线电台、公众对讲机、制式无线电台使用的频率；

（二）国际安全与遇险系统，用于航空、水上移动业务和无线电导航业务的国际固定频率；

（三）国家无线电管理机构规定的微功率短距离无线电发射设备使用的频率。

第十五条 取得无线电频率使用许可，应当符合下列条件：

（一）所申请的无线电频率符合无线电频率划分和使用规定，有明确具体的用途；

（二）使用无线电频率的技术方案可行；

（三）有相应的专业技术人员；

（四）对依法使用的其他无线电频率不会产生有害干扰。

第十六条 无线电管理机构应当自受理无线电频率使用许可申请之日起 20 个工作日内审查完毕，依照本条例第十五条规定的条件，并综合考虑国家安全需要和可用频率的情况，作出许可或者不予许可的决定。予以许可的，颁发无线电频率使用许可证；不予许可的，书面通知申请人并说明理由。

无线电频率使用许可证应当载明无线电频率的用途、使用范围、使用率要求、使用期限等事项。

第十七条 地面公众移动通信使用频率等商用无线电频率的使用许可，可以依照有关法律、行政法规的规定采取招标、拍卖的方式。

无线电管理机构采取招标、拍卖的方式确定中标人、买受人后，应当作出许可的决定，并依法向中标人、买受人颁发无线电频率使用许可证。

第十八条 无线电频率使用许可由国家无线电管理机构实施。国家无线电管理机构确定范围内的无线电频率使用许可，由省、自治区、直辖市无线电管理机构实施。

国家无线电管理机构分配给交通运输、渔业、海洋系统（行业）使用的水上无线电专用频率，由所在地省、自治区、直辖市无线电管理机构分别会同相关主管部门实施许可；国家无线电管理机构分配给民用航空系统使用的航空无线电专用频率，由国务院民用航空主管部门实施许可。

第十九条 无线电频率使用许可的期限不得超过 10 年。

无线电频率使用期限届满后需要继续使用的，应当在期限届满 30 个工作日前向作出许可决定的无线电管理机构提出延续申请。受理申请的无线电管理机构应当依照本条例第十五条、第十六条的规定进行审查并作出决定。

无线电频率使用期限届满前拟终止使用无线电频率的，应当及时向作出许可决定的无线电管理机构办理注销手续。

第二十条 转让无线电频率使用权的，受让人应当符合本条例第十五条规定的条件，并提交双方转让协议，依照本条例第十六条规定的程序报请无线电管理机构批准。

第二十一条 使用无线电频率应当按照国家有关规定缴纳无线电频率占用费。

无线电频率占用费的项目、标准，由国务院财政部门、价格主管部门制定。

第二十二条 国际电信联盟依照国际规则规划给我国使用的卫星无线电频率，由国家无线电管理机构统一分配给使用单位。

申请使用国际电信联盟非规划的卫星无线电频率，应当通过国家无线电管理机构统一提出申请。国家无线电管理机构应当及时组织有关单位进行必要的国内协调，并依照国际规则开展国际申报、协调、登记工作。

第二十三条 组建卫星通信网需要使用卫星无线电频率的，除应当符合本条例第十五条

规定的条件外，还应当提供拟使用的空间无线电台、卫星轨道位置和卫星覆盖范围等信息，以及完成国内协调并开展必要国际协调的证明材料等。

第二十四条 使用其他国家、地区的卫星无线电频率开展业务，应当遵守我国卫星无线电频率管理的规定，并完成与我国申报的卫星无线电频率的协调。

第二十五条 建设卫星工程，应当在项目规划阶段对拟使用的卫星无线电频率进行可行性论证；建设须经国务院、中央军事委员会批准的卫星工程，应当在项目规划阶段与国家无线电管理机构协商确定拟使用的卫星无线电频率。

第二十六条 除因不可抗力外，取得无线电频率使用许可后超过 2 年不使用或者使用率达不到许可证规定要求的，作出许可决定的无线电管理机构有权撤销无线电频率使用许可，收回无线电频率。

## 第四章 无线电台（站）管理

第二十七条 设置、使用无线电台（站）应当向无线电管理机构申请取得无线电台执照，但设置、使用下列无线电台（站）的除外：

（一）地面公众移动通信终端；

（二）单收无线电台（站）；

（三）国家无线电管理机构规定的微功率短距离无线电台（站）。

第二十八条 除本条例第二十九条规定的业余无线电台外，设置、使用无线电台（站），应当符合下列条件：

（一）有可用的无线电频率；

（二）所使用的无线电发射设备依法取得无线电发射设备型号核准证且符合国家规定的产品质量要求；

（三）有熟悉无线电管理规定、具备相关业务技能的人员；

（四）有明确具体的用途，且技术方案可行；

（五）有能够保证无线电台（站）正常使用的电磁环境，拟设置的无线电台（站）对依法使用的其他无线电台（站）不会产生有害干扰。

申请设置、使用空间无线电台，除应当符合前款规定的条件外，还应当有可利用的卫星无线电频率和卫星轨道资源。

第二十九条 申请设置、使用业余无线电台的，应当熟悉无线电管理规定，具有相应的操作技术能力，所使用的无线电发射设备应当符合国家标准和国家无线电管理的有关规定。

第三十条 设置、使用有固定台址的无线电台（站），由无线电台（站）所在地的省、自治区、直辖市无线电管理机构实施许可。设置、使用没有固定台址的无线电台，由申请人住所地的省、自治区、直辖市无线电管理机构实施许可。

设置、使用空间无线电台、卫星测控（导航）站、卫星关口站、卫星国际专线地球站、15 瓦以上的短波无线电台（站）以及涉及国家主权、安全的其他重要无线电台（站），由国家无线电管理机构实施许可。

第三十一条 无线电管理机构应当自受理申请之日起 30 个工作日内审查完毕，依照本条例第二十八条、第二十九条规定的条件，作出许可或者不予许可的决定。予以许可的，颁发无线电台执照，需要使用无线电台识别码的，同时核发无线电台识别码；不予许可的，书面通知申请人并说明理由。

无线电台（站）需要变更、增加无线电台识别码的，由无线电管理机构核发。

第三十二条 无线电台执照应当载明无线电台（站）的台址、使用频率、发射功率、有效期、使用要求等事项。

无线电台执照的样式由国家无线电管理机构统一规定。

第三十三条 无线电台（站）使用的无线电频率需要取得无线电频率使用许可的，其无

线电台执照有效期不得超过无线电频率使用许可证规定的期限；依照本条例第十四条规定不需要取得无线电频率使用许可的，其无线电台执照有效期不得超过 5 年。

无线电台执照有效期届满后需要继续使用无线电台（站）的，应当在期限届满 30 个工作日前向作出许可决定的无线电管理机构申请更换无线电台执照。受理申请的无线电管理机构应当依照本条例第三十一条的规定作出决定。

第三十四条 国家无线电管理机构向国际电信联盟统一申请无线电台识别码序列，并对无线电台识别码进行编制和分配。

第三十五条 建设固定台址的无线电台（站）的选址，应当符合城乡规划的要求，避开影响其功能发挥的建筑物、设施等。地方人民政府制定、修改城乡规划，安排可能影响大型无线电台（站）功能发挥的建设项目的，应当考虑其功能发挥的需要，并征求所在地无线电管理机构和军队电磁频谱管理机构的意见。

设置大型无线电台（站）、地面公众移动通信基站，其台址布局规划应当符合资源共享和电磁环境保护的要求。

第三十六条 船舶、航空器、铁路机车（含动车组列车，下同）设置、使用制式无线电台应当符合国家有关规定，由国务院有关部门的无线电管理机构颁发无线电台执照；需要使用无线电台识别码的，同时核发无线电台识别码。国务院有关部门应当将制式无线电台执照及无线电台识别码的核发情况定期通报国家无线电管理机构。

船舶、航空器、铁路机车设置、使用非制式无线电台的管理办法，由国家无线电管理机构会同国务院有关部门制定。

第三十七条 遇有危及国家安全、公共安全、生命财产安全的紧急情况或者为了保障重大社会活动的特殊需要，可以不经批准临时设置、使用无线电台（站），但是应当及时向无线电台（站）所在地无线电管理机构报告，并在紧急情况消除或者重大社会活动结束后及时关闭。

第三十八条 无线电台（站）应当按照无线电台执照规定的许可事项和条件设置、使用；变更许可事项的，应当向作出许可决定的无线电管理机构办理变更手续。

无线电台（站）终止使用的，应当及时向作出许可决定的无线电管理机构办理注销手续，交回无线电台执照，拆除无线电台（站）及天线等附属设备。

第三十九条 使用无线电台（站）的单位或者个人应当对无线电台（站）进行定期维护，保证其性能指标符合国家标准和国家无线电管理的有关规定，避免对其他依法设置、使用的无线电台（站）产生有害干扰。

第四十条 使用无线电台（站）的单位或者个人应当遵守国家环境保护的规定，采取必要措施防止无线电波发射产生的电磁辐射污染环境。

第四十一条 使用无线电台（站）的单位或者个人不得故意收发无线电台执照许可事项之外的无线电信号，不得传播、公布或者利用无意接收的信息。

业余无线电台只能用于相互通信、技术研究和自我训练，并在业余业务或者卫星业余业务专用频率范围内收发信号，但是参与重大自然灾害等突发事件应急处置的除外。

## 第五章 无线电发射设备管理

第四十二条 研制无线电发射设备使用的无线电频率，应当符合国家无线电频率划分规定。

第四十三条 生产或者进口在国内销售、使用的无线电发射设备，应当符合产品质量等法律法规、国家标准和国家无线电管理的有关规定。

第四十四条 除微功率短距离无线电发射设备外，生产或者进口在国内销售、使用的其他无线电发射设备，应当向国家无线电管理机构申请型号核准。无线电发射设备型号核准目录由国家无线电管理机构公布。

生产或者进口应当取得型号核准的无线电发射设备，除应当符合本条例第四十三条的规定外，还应当符合无线电发射设备型号核准证核定的技术指标，并在设备上标注型号核准代码。

第四十五条 取得无线电发射设备型号核准，应当符合下列条件：

（一）申请人有相应的生产能力、技术力量、质量保证体系；

（二）无线电发射设备的工作频率、功率等技术指标符合国家标准和国家无线电管理的有关规定。

第四十六条 国家无线电管理机构应当依法对申请型号核准的无线电发射设备是否符合本条例第四十五条规定的条件进行审查，自受理申请之日起 30 个工作日内作出核准或者不予核准的决定。予以核准的，颁发无线电发射设备型号核准证；不予核准的，书面通知申请人并说明理由。

国家无线电管理机构应当定期将无线电发射设备型号核准的情况向社会公布。

第四十七条 进口依照本条例第四十四条的规定应当取得型号核准的无线电发射设备，进口货物收货人、携带无线电发射设备入境的人员、寄递无线电发射设备的收件人，应当主动向海关申报，凭无线电发射设备型号核准证办理通关手续。

进行体育比赛、科学实验等活动，需要携带、寄递依照本条例第四十四条的规定应当取得型号核准而未取得型号核准的无线电发射设备临时进关的，应当经无线电管理机构批准，凭批准文件办理通关手续。

第四十八条 销售依照本条例第四十四条的规定应当取得型号核准的无线电发射设备，应当向省、自治区、直辖市无线电管理机构办理销售备案。不得销售未依照本条例规定标注型号核准代码的无线电发射设备。

第四十九条 维修无线电发射设备，不得改变无线电发射设备型号核准证核定的技术指标。

第五十条 研制、生产、销售和维修大功率无线电发射设备，应当采取措施有效抑制电波发射，不得对依法设置、使用的无线电台（站）产生有害干扰。进行实效发射试验的，应当依照本条例第三十条的规定向省、自治区、直辖市无线电管理机构申请办理临时设置、使用无线电台（站）手续。

## 第六章 涉外无线电管理

第五十一条 无线电频率协调的涉外事宜，以及我国境内电台与境外电台的相互有害干扰，由国家无线电管理机构会同有关单位与有关的国际组织或者国家、地区协调处理。

需要向国际电信联盟或者其他国家、地区提供无线电管理相关资料的，由国家无线电管理机构统一办理。

第五十二条 在边境地区设置、使用无线电台（站），应当遵守我国与相关国家、地区签订的无线电频率协调协议。

第五十三条 外国领导人访华、各国驻华使领馆和享有外交特权与豁免的国际组织驻华代表机构需要设置、使用无线电台（站）的，应当通过外交途径经国家无线电管理机构批准。

除使用外交邮袋装运外，外国领导人访华、各国驻华使领馆和享有外交特权与豁免的国际组织驻华代表机构携带、寄递或者以其他方式运输依照本条例第四十四条的规定应当取得型号核准而未取得型号核准的无线电发射设备入境的，应当通过外交途径经国家无线电管理机构批准后办理通关手续。

其他境外组织或者个人在我国境内设置、使用无线电台（站）的，应当按照我国有关规定经相关业务主管部门报请无线电管理机构批准；携带、寄递或者以其他方式运输依照本条例第四十四条的规定应当取得型号核准而未取得型号核准的无线电发射设备入境的，应当按照我国有关规定经相关业务主管部门报无线电管理机构批准后，到海关办理无线电发射设备

入境手续，但国家无线电管理机构规定不需要批准的除外。

第五十四条 外国船舶（含海上平台）、航空器、铁路机车、车辆等设置的无线电台在我国境内使用，应当遵守我国的法律、法规和我国缔结或者参加的国际条约。

第五十五条 境外组织或者个人不得在我国境内进行电波参数测试或者电波监测。

任何单位或者个人不得向境外组织或者个人提供涉及国家安全的境内电波参数资料。

## 第七章 无线电监测和电波秩序维护

第五十六条 无线电管理机构应当定期对无线电频率的使用情况和在用的无线电台(站)进行检查和检测，保障无线电台（站）的正常使用，维护正常的无线电波秩序。

第五十七条 国家无线电监测中心和省、自治区、直辖市无线电监测站作为无线电管理技术机构，分别在国家无线电管理机构和省、自治区、直辖市无线电管理机构领导下，对无线电信号实施监测，查找无线电干扰源和未经许可设置、使用的无线电台（站）。

第五十八条 国务院有关部门的无线电监测站负责对本系统（行业）的无线电信号实施监测。

第五十九条 工业、科学、医疗设备，电气化运输系统、高压电力线和其他电器装置产生的无线电波辐射，应当符合国家标准和国家无线电管理的有关规定。

制定辐射无线电波的非无线电设备的国家标准和技术规范，应当征求国家无线电管理机构的意见。

第六十条 辐射无线电波的非无线电设备对已依法设置、使用的无线电台（站）产生有害干扰的，设备所有者或者使用者应当采取措施予以消除。

第六十一条 经无线电管理机构确定的产生无线电波辐射的工程设施，可能对已依法设置、使用的无线电台（站）造成有害干扰的，其选址定点由地方人民政府城乡规划主管部门和省、自治区、直辖市无线电管理机构协商确定。

第六十二条 建设射电天文台、气象雷达站、卫星测控（导航）站、机场等需要电磁环境特殊保护的项目，项目建设单位应当在确定工程选址前对其选址进行电磁兼容分析和论证，并征求无线电管理机构的意见；未进行电磁兼容分析和论证，或者未征求、采纳无线电管理机构的意见的，不得向无线电管理机构提出排除有害干扰的要求。

第六十三条 在已建射电天文台、气象雷达站、卫星测控（导航）站、机场的周边区域，不得新建阻断无线电信号传输的高大建筑、设施，不得设置、使用干扰其正常使用的设施、设备。无线电管理机构应当会同城乡规划主管部门和其他有关部门制定具体的保护措施并向社会公布。

第六十四条 国家对船舶、航天器、航空器、铁路机车专用的无线电导航、遇险救助和安全通信等涉及人身安全的无线电频率予以特别保护。任何无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备对其产生有害干扰的，应当立即消除有害干扰。

第六十五条 依法设置、使用的无线电台（站）受到有害干扰的，可以向无线电管理机构投诉。受理投诉的无线电管理机构应当及时处理，并将处理情况告知投诉人。

处理无线电频率相互有害干扰，应当遵循频带外让频带内、次要业务让主要业务、后用让先用、无规划让有规划的原则。

第六十六条 无线电管理机构可以要求产生有害干扰的无线电台（站）采取维修无线电发射设备、校准发射频率或者降低功率等措施消除有害干扰；无法消除有害干扰的，可以责令产生有害干扰的无线电台（站）暂停发射。

第六十七条 对非法的无线电发射活动，无线电管理机构可以暂扣无线电发射设备或者查封无线电台（站），必要时可以采取技术性阻断措施；无线电管理机构在无线电监测、检查工作中发现涉嫌违法犯罪活动的，应当及时通报公安机关并配合调查处理。

第六十八条 省、自治区、直辖市无线电管理机构应当加强对生产、销售无线电发射设

备的监督检查，依法查处违法行为。县级以上地方人民政府产品质量监督部门、工商行政管理部门应当配合监督检查，并及时向无线电管理机构通报其在产品质量监督、市场监管执法过程中发现的违法生产、销售无线电发射设备的行为。

第六十九条 无线电管理机构和无线电监测中心（站）的工作人员应当对履行职责过程中知悉的通信秘密和无线电信号保密。

## 第八章 法律责任

第七十条 违反本条例规定，未经许可擅自使用无线电频率，或者擅自设置、使用无线电台（站）的，由无线电管理机构责令改正，没收从事违法活动的设备和违法所得，可以并处5万元以下的罚款；拒不改正的，并处5万元以上20万元以下的罚款；擅自设置、使用无线电台（站）从事诈骗等违法活动，尚不构成犯罪的，并处20万元以上50万元以下的罚款。

第七十一条 违反本条例规定，擅自转让无线电频率的，由无线电管理机构责令改正，没收违法所得；拒不改正的，并处违法所得1倍以上3倍以下的罚款；没有违法所得或者违法所得不足10万元的，处1万元以上10万元以下的罚款；造成严重后果的，吊销无线电频率使用许可证。

第七十二条 违反本条例规定，有下列行为之一的，由无线电管理机构责令改正，没收违法所得，可以并处3万元以下的罚款；造成严重后果的，吊销无线电台执照，并处3万元以上10万元以下的罚款：

（一）不按照无线电台执照规定的许可事项和要求设置、使用无线电台（站）；

（二）故意收发无线电台执照许可事项之外的无线电信号，传播、公布或者利用无意接收的信息；

（三）擅自编制、使用无线电台识别码。

第七十三条 违反本条例规定，使用无线电发射设备、辐射无线电波的非无线电设备干扰无线电业务正常进行的，由无线电管理机构责令改正，拒不改正的，没收产生有害干扰的设备，并处5万元以上20万元以下的罚款，吊销无线电台执照；对船舶、航天器、航空器、铁路机车专用无线电导航、遇险救助和安全通信等涉及人身安全的无线电频率产生有害干扰的，并处20万元以上50万元以下的罚款。

第七十四条 未按照国家有关规定缴纳无线电频率占用费的，由无线电管理机构责令限期缴纳；逾期不缴纳的，自滞纳之日起按日加收0.05%的滞纳金。

第七十五条 违反本条例规定，有下列行为之一的，由无线电管理机构责令改正；拒不改正的，没收从事违法活动的设备，并处3万元以上10万元以下的罚款；造成严重后果的，并处10万元以上30万元以下的罚款：

（一）研制、生产、销售和维修大功率无线电发射设备，未采取有效措施抑制电波发射；

（二）境外组织或者个人在我国境内进行电波参数测试或者电波监测；

（三）向境外组织或者个人提供涉及国家安全的境内电波参数资料。

第七十六条 违反本条例规定，生产或者进口在国内销售、使用的无线电发射设备未取得型号核准的，由无线电管理机构责令改正，处5万元以上20万元以下的罚款；拒不改正的，没收未取得型号核准的无线电发射设备，并处20万元以上100万元以下的罚款。

第七十七条 销售依照本条例第四十四条的规定应当取得型号核准的无线电发射设备未向无线电管理机构办理销售备案的，由无线电管理机构责令改正；拒不改正的，处1万元以上3万元以下的罚款。

第七十八条 销售依照本条例第四十四条的规定应当取得型号核准而未取得型号核准的无线电发射设备的，由无线电管理机构责令改正，没收违法销售的无线电发射设备和违法所得，可以并处违法销售的设备货值10%以下的罚款；拒不改正的，并处违法销售的设备货

值 10%以上 30%以下的罚款。

第七十九条 维修无线电发射设备改变无线电发射设备型号核准证核定的技术指标的，由无线电管理机构责令改正；拒不改正的，处 1 万元以上 3 万元以下的罚款。

第八十条 生产、销售无线电发射设备违反产品质量管理法律法规的，由产品质量监督部门依法处罚。

进口无线电发射设备，携带、寄递或者以其他方式运输无线电发射设备入境，违反海关监管法律法规的，由海关依法处罚。

第八十一条 违反本条例规定，构成违反治安管理行为的，依法给予治安管理处罚；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第八十二条 无线电管理机构及其工作人员不依照本条例规定履行职责的，对负有责任的领导人员和其他直接责任人员依法给予处分。

## 第九章 附则

第八十三条 实施本条例规定的许可需要完成有关国内、国际协调或者履行国际规则规定程序的，进行协调以及履行程序的时间不计算在许可审查期限内。

第八十四条 军事系统无线电管理，按照军队有关规定执行。

涉及广播电视的无线电管理，法律、行政法规另有规定的，依照其规定执行。

第八十五条 本条例自 2016 年 12 月 1 日起施行。

## 附录 2  卡片局各区分局负责人及各省联络站联系人

（由 CRAC 于 2019 年 12 月发布）

为方便业余无线电爱好者领取经卡片局转来的 QSL 卡片，CRAC 于近日委托了部分有意愿的业余无线电爱好者及机构，承担 QSL 卡片局各区分局和各省联络站相关工作（具体信息见附表）。CRAC 卡片局相关工作由 BA1GG 负责，并由其联系各区卡片分局，各区卡片分局联系本区各省联络站。

自即日起，业余无线电爱好者可以联系所在省（自治区、直辖市）联络站联系人，咨询领取经卡片局转发给自己的 QSL 卡片事宜。

附表 1  各区分局负责人

| 区分局 | 负责人 | 机构 |
|---|---|---|
| 1区分局 | BG1DYY 董海涛 | 世纪金宇通讯 |
| 2区分局 | BH2RO 李青阳 | |
| 3区分局 | BA3AO 张 猛 | 天津市无线电协会 |
| 4区分局 | BG9XD 虞晨星 | 上海海姆通讯 |
| 5区分局 | BD5ABC 王志强 | 浙江省业余无线电协会 |
| 6区分局 | BD6AHP 张 雷 | 安徽省无线电技术协会 |
| 7区分局 | BA7CK 陈清澈 | 湖南省无线电协会 |
| 8区分局 | BA8MM 于东锋 | 贵州省业余无线电协会 |
| 9区分局 | BG9GXM 田力威 | |
| 0区分局 | 暂 缺 | |

附表 2  各省（自治区、直辖市）联络站联系人

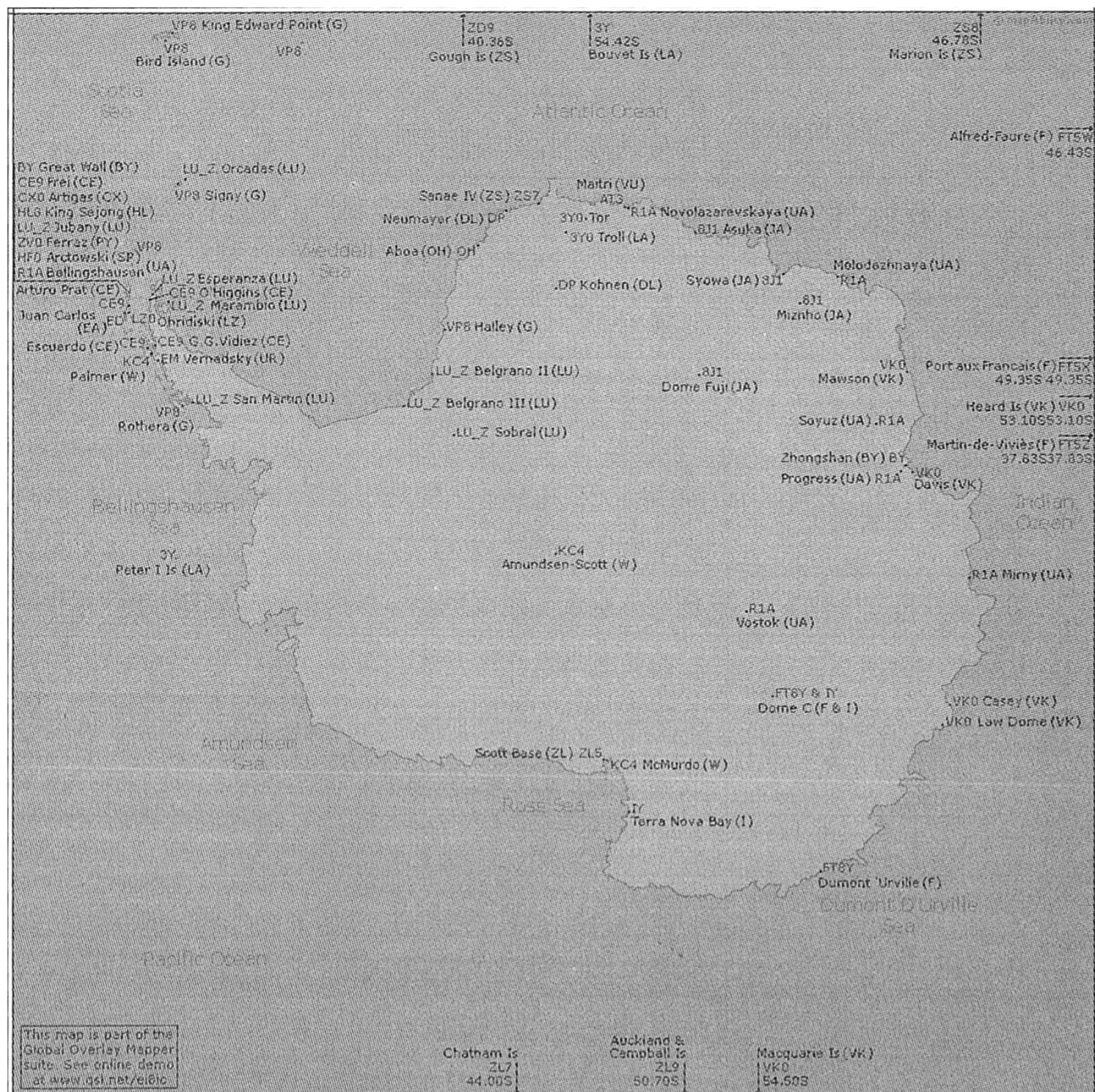
| 省（自治区、直辖市） | 联系人 | 地址 |
|---|---|---|
| 北 京 | BG1DYY 董海涛 | 北京市海淀区中关村大街32号新中发电子市场4层4112世纪金宇通讯 联系电话：82501776、62519456 |
| 黑龙江 | BD2ALF 李 峰 | 哈尔滨市松北区滨水大道8801号 黑龙江冰雪体育职业学院现代教育技术中心 联系电话：13945174430 |
| 吉 林 | BG2IUR 孙德志 | 联系电话：13689735267 |
| 辽 宁 | BH2RO 李青阳 | 联系电话：15204070564 |
| 天 津 | BA3AO 张 猛 | 天津市无线电协会（天津市南开区水上公园北道26号） |
| 内蒙古 | BG3ITB 陈广泉 | 内蒙古自治区呼和浩特市新城区车站后街道北1小区<br>联系电话：18604717535 |
| 河 北 | BD3NHK 邹丹丹 | 联系电话：13932291900 |
| 山 西 | BG3UPA 赵志军 | 联系电话：13903436131 |
| 上 海 | BG9XD 虞晨星 | 上海市闵行区春申路1955号A栋晓盛大厦815室海姆通讯<br>联系电话：13816932045 |

续表

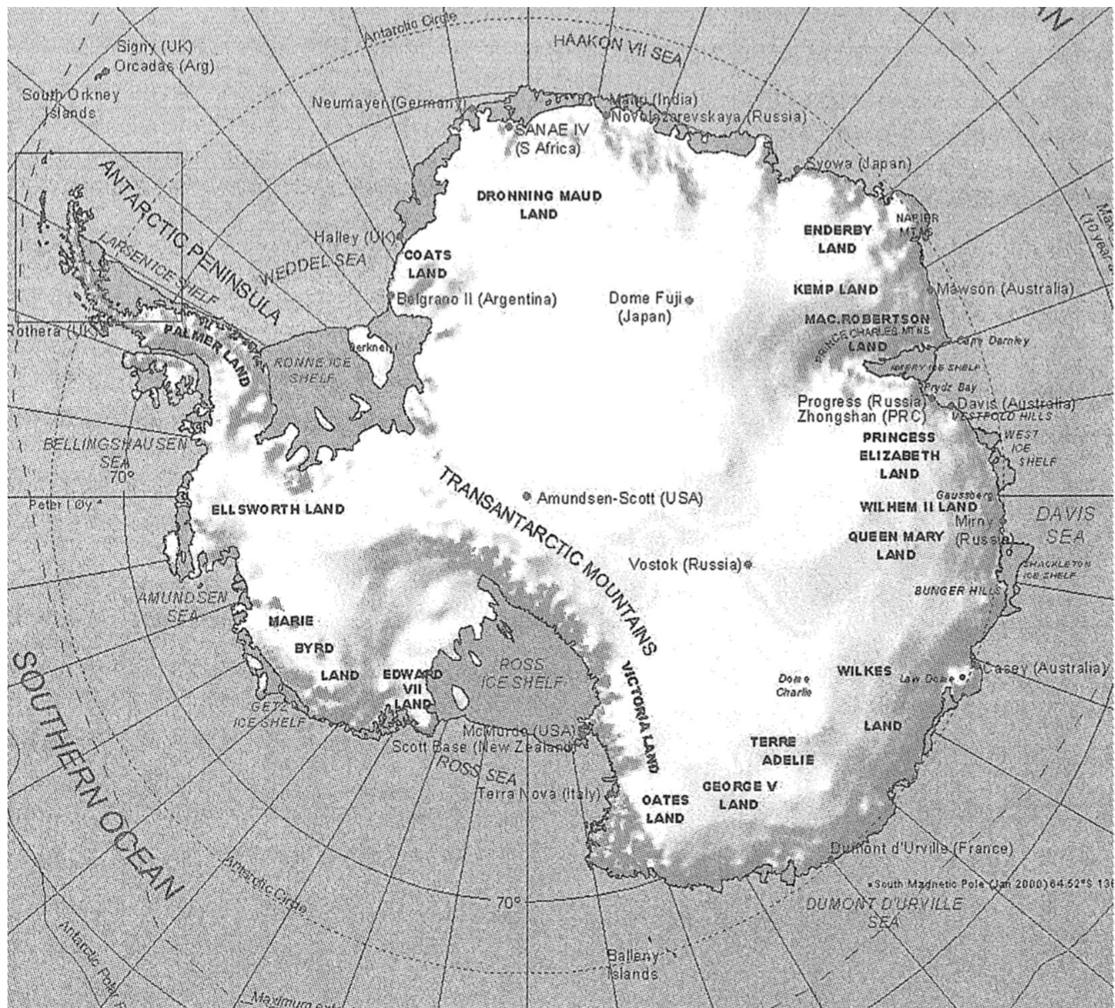
| 省（自治区、直辖市） | 联系人 | 地址 |
|---|---|---|
| 山东 | BA4MY 马震 | 联系电话：13969111944 |
| 江苏 | BA4REB 李彬 | 江苏省无线电和定向运动协会（南京市鼓楼区五台山1-6号） |
| 浙江 | BD5ABC 王志强 | 联系电话：13857119853 |
| 江西 | BD5IQ 徐猛 | 江西省南昌市西湖区站前路7号南昌铁路局运输部<br>联系电话：13870683391 |
| 福建 | BG5TLS 张鸣 | QQ：342741290 |
| 安徽 | BD6AHP 张雷 | 联系电话：15305502152 |
| 河南 | BD6KA 王瑞福 | 联系电话：13525437815 |
| 湖北 | BA6QH 阮东升 | 湖北省武汉市汉阳区洲头二路瑶琦园29号洲头市场监管所<br>联系电话：13517225324 |
| 湖南 | BA7CK 陈清澈 | 湖南省无线电协会（湖南省长沙市芙蓉区八一路387号湖南信息大厦2717）<br>联系电话：0731-84587073 |
| 广东 | BA7IO 杨文军 | 惠州市业余无线电协会（惠州惠城区下角东路5号佳供4楼） |
| 广西 | BA7QT 廖建军 | 广西百色市右江区龙旺花园46-1号 |
| 海南 | BD7YC 冼波 | 联系电话：18907653668 |
| 四川 | BA8CY 陈勇 | 联系电话：028-85220219 |
| 重庆 | BG8GAM 邱涛 | 联系电话：13708364353（微信同号） |
| 贵州 | BA8MM 于东锋 | 联系电话：13885172611 |
| 云南 | BD8SN 申建军 | 联系电话：13708860072 |
| 陕西 | BD9AC 管中文 | 联系电话：13319220635 |
| 甘肃 | BG9GXM 田力威 | 甘肃省兰州市城关区定西南路129号甘肃新华印刷厂<br>联系电话：13919219292 |
| 宁夏 | BG9OF 王斌 | 联系电话：13037964846 |
| 青海 | BG9XD 虞晨星 | 联系电话：13816932045 |
| 新疆 | BD0AS 徐华然 | |
| 西藏 | BG0GL 杜宁 | |

## 附录3之（1） 南极洲各科学考察站业余电台呼号前缀分布图




VP8 King Edward Point (G)
VP8
Bird Island (G)
VP8
ZD9
40.36S
Gough Is (ZS)
3Y
54.42S
Bouvet Is (LA)
ZS8
46.78S
Marion Is (ZS)
Scotia Sea
Atlantic Ocean
Alfred-Faure (F) FT5W
46.43S
BY Great Wall (BY)
CE9 Frei (CE)
CX0 Artigas (CX)
HL0 King Sejong (HL)
LU_Z Jubany (LU)
ZV0 Ferraz (PY)
HF0 Arctowski (SP)
R1A Bellingshausen (UA)
LU_Z Orcadas (LU)
VP8 Signy (G)
VP8
LU_Z Esperanza (LU)
Arturo Prat (CE)
CE9 O'Higgins (CE)
CE9
LU_Z Marambio (LU)
Juan Carlos (EA)
ED
LZ0
Ohridiski (LZ)
Escuerdo (CE)
CE9
CE9 G.G.Vidiez (CE)
KC4
EM Vernadsky (UR)
Palmer (W)
LU_Z San Martin (LU)
VP8
Rothera (G)
Weddell Sea
Sanae IV (ZS) ZS7
Neumayer (DL) DP
Aboa (OH) OH
Maitri (VU)
AT3
3Y0-Tor
R1A Novolazarevskaya (UA)
3Y0 Troll (LA)
8J1 Asuka (JA)
Molodezhnaya (UA)
R1A
DP Kohnen (DL)
Syowa (JA) 8J1
8J1
Mizuho (JA)
VP8 Halley (G)
LU_Z Belgrano II (LU)
LU_Z Belgrano III (LU)
LU_Z Sobral (LU)
8J1
Dome Fuji (JA)
VK0
Mawson (VK)
Port aux Francais (F) FT5X
49.35S 49.35S
Heard Is (VK) VK0
53.10S53.10S
Soyuz (UA) R1A
Martin-de-Viviès (F) FT5Z
37.83S37.83S
Zhongshan (BY) BY
Progress (UA) R1A
VK0
Davis (VK)
Bellingshausen Sea
Indian Ocean
3Y
Peter I Is (LA)
KC4
Amundsen-Scott (W)
R1A Mirny (UA)
R1A
Vostok (UA)
FT8Y & IY
Dome C (F & I)
VK0 Casey (VK)
VK0 Law Dome (VK)
Amundsen Sea
Scott Base (ZL) ZL5
KC4 McMurdo (W)
Ross Sea
IY
Terra Nova Bay (I)
FT8Y
Dumont 'Urville (F)
Dumont D'Urville Sea
Pacific Ocean
This map is part of the Global Overlay Mapper suite. See online demo at www.qsl.net/ei8ic
Chatham Is
ZL7
44.00S
Auckland & Campbell Is
ZL9
50.70S
Macquarie Is (VK)
VK0
54.50S


HAAKON VII SEA
Neumayer (Germany)
SANAE IV
(S Africa)
DRONNING MAUD
LAND
ENDERBY
LAND
KEMP LAND
Mawson (Australia)
MAC.ROBERTSON
LAND
Halley (UK)
COATS
LAND
WEDDEL SEA
ANTARCTIC PENINSULA
PALMER LAND
RONNE ICE
SHELF
Belgrano II (Argentina)
Dome Fuji
(Japan)
Progress (Russia)
Zhongshan (PRC)
Davis (Australia)
PRINCESS
ELIZABETH
LAND
BELLINGSHAUSEN
SEA
ELLSWORTH LAND
TRANSANTARCTIC MOUNTAINS
Amundsen-Scott (USA)
WILHELM II LAND
DAVIS
SEA
QUEEN MARY
LAND
Vostok (Russia)
AMUNDSEN
SEA
MARIE
BYRD
LAND
EDWARD
VII
LAND
ROSS
ICE SHELF
VICTORIA LAND
WILKES
LAND
Casey (Australia)
SOUTHERN OCEAN
Scott Base (New Zealand)
ROSS SEA
Terra Nova (Italy)
TERRE
ADELIE
GEORGE V
LAND
OATES
LAND
DUMONT D'URVILLE
SEA
70°
Balleny
Islands


HAAKON VII SEA
Signy (UK)
Orcadas (Arg)
South Orkney Islands
Neumayer (Germany)
SANAE IV (S Africa)
Novolazarevskaya (Russia)
Syowa (Japan)
DRONNING MAUD LAND
ENDERBY LAND
ANTARCTIC PENINSULA
Halley (UK)
WEDDEL SEA
COATS LAND
Belgrano II (Argentina)
Dome Fuji (Japan)
KEMP LAND
Mawson (Australia)
MAC.ROBERTSON LAND
Rothera (UK)
PALMER LAND
RONNE ICE SHELF
Progress (Russia)
Zhongshan (PRC)
Davis (Australia)
VESTFOLD HILLS
BELLINGSHAUSEN SEA
70°
PRINCESS ELIZABETH LAND
WEST ICE SHELF
Amundsen-Scott (USA)
ELLSWORTH LAND
WILHEM II LAND
DAVIS SEA
TRANSANTARCTIC MOUNTAINS
QUEEN MARY LAND
Vostok (Russia)
AMUNDSEN SEA
BUNGER HILLS
MARIE BYRD LAND
EDWARD VII LAND
ROSS ICE SHELF
VICTORIA LAND
WILKES LAND
Casey (Australia)
SOUTHERN OCEAN
McMurdo (USA)
Scott Base (New Zealand)
ROSS SEA
TERRE ADELIE
Terra Nova (Italy)
GEORGE V LAND
OATES LAND
Dumont d'Urville (France)
Antarctic Circle
70°
DUMONT D'URVILLE SEA
Balleny Islands

## 附录3之（2） 我国部分BY业余电台呼号

| 序号 | 呼号 | 电台名称 | 序号 | 呼号 | 电台名称 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | BYØAA | 新疆维吾尔自治区无线电运动协会业余电台 | 31 | BY1KJ | 北京市宣武区第88中学业余电台 |
| 2 | BY1CRA | 中国无线电协会业余无线电分会业余无线电台 | 32 | BY1NT | 北京市西城区月坛小学业余电台 |
| 3 | BY1AWL | 北京市第一五六中学业余电台 | 33 | BY1PK | 中国无线电运动协会业余电台 |
| 4 | BY1AYY | 北京市西城区中古友谊小学业余电台 | 34 | BY1QH | 清华大学业余电台 |
| 5 | BY1BFL | 北京西城区外国语学校集体业余电台 | 35 | BY1QHY | 北京清河营小学业余电台 |
| 6 | *BY1BH | 北京市少年宫红领巾业余电台 | 36 | BY1QZH | 北京市第七中学业余电台 |
| 7 | *BY1BJ | 北京市无线电运动协会业余电台 | 37 | BY1RDF | 中国人民大学附属中学业余电台 |
| 8 | BY1BPU | 北京工业大学业余电台 | 38 | BY1SFX | 北京石油学院附属中学业余电台 |
| 9 | BY1BQK | 北京青少年科技活动中心业余电台 | 39 | BY1SK | 北京市宣武区青少年科技馆业余电台 |
| 10 | BY1BWZ | 北京市西城区百万庄小学业余电台 | 40 | BY1SW | 中华商科学校业余电台 |
| 11 | BY1BY | 北京邮电大学业余电台 | 41 | BY1TE | 北京铁路职工子弟第二中学业余电台 |
| 12 | BY1BYX | 北京永新电子公司业余电台 | 42 | BY1WXD | 《无线电》杂志业余电台 |
| 13 | BY1BZH | 北京市第八中学业余电台 | 43 | BY1WXJ | 北京文兴街小学业余电台 |
| 14 | *BY1CIE | 中国电子学会业余电台 | 44 | BY1XH | 北京市海淀区星火小学业余电台 |
| 15 | BY1CJL | 北京陈经纶中学业余电台 | 45 | BY1XK | 北京市西城区青少年科技馆业余电台 |
| 16 | *BY1CKJ | 北京市崇文区青少年科技馆业余电台 | 46 | BY1XZG | 北京市西城区电子电器职业高中业余电台 |
| 17 | BY1DK | 北京钢铁学院附中业余电台 | 47 | BY2AA | 黑龙江省体委业余电台 |
| 18 | BY1DKF | 北京钢院附中分校业余电台 | 48 | BY2HIT | 哈尔滨工业大学业余电台 |
| 19 | BY1DL | 北京送变电公司子弟学校业余电台 | 49 | BY2JCY | 长春邮电学院业余电台 |
| 20 | BY1DPX | 北京市东方培新学校业余电台 | 50 | BY2JDG | 长春市东光电子技术应用研究所业余电台 |
| 21 | BY1DX | 北京朝阳区青少年活动中心业余电台 | 51 | BY2JYD | 吉林省延边大学物理系业余电台 |
| 22 | BY1ESX | 北京第二实验小学业余电台 | 52 | BY2QLY | 辽宁电子工业学校业余电台 |
| 23 | BY1FSJ | 北京市西城区福绥境少年之家业余电台 | 53 | BY2RSA | 辽宁省无线电运动协会业余电台 |
| 24 | BY1FWY | 北京市西城区阜城门外第一小学业余电台 | 54 | BY2RSY | 辽宁省沈阳市第116中学业余电台 |
| 25 | BY1HCG | 北京市西城区黄城根小学业余电台 | 55 | BY2SY | 辽宁省世界语协会暨科学技术协会业余电台 |
| 26 | BY1HDF | 北京市海淀区青少年科技辅导员协会少年之家业余电台 | 56 | BY3AA | 天津市无线电运动协会暨青少年科技中心业余电台 |
| 27 | BY1JLF | 北京市陈经纶中学分校业余电台 | 57 | BY3AB | 天津市河西区青少年业余电台 |
| 28 | BY1JM | 北京市丰台区角门中学业余电台 | 58 | BY3AC | 天津市红桥区青少年业余电台 |
| 29 | BY1JTS | 北京市酒仙桥二中业余电台 | 59 | BY3AD | 天津市东丽区青少年业余电台 |
| 30 | BY1KFX | 北京科技大学附属小学业余电台 | 60 | BY3AE | 天津市大港区青少年科技活动中心业余电台 |

续表

| 序号 | 呼号 | 电台名称 | 序号 | 呼号 | 电台名称 |
|---|---|---|---|---|---|
| 61 | BY3AF | 天津市宝坻县青少年业余电台 | 97 | BY4BJA | 上海市静安区青少年活动中心业余电台 |
| 62 | BY3AG | 天津市大港油田集团公司文体中心青少年宫业余电台 | 98 | BY4BJQ | 上海市浦东新区少科站业余电台（金桥站） |
| 63 | BY3AH | 天津市河东区青少年业余电台 | 99 | BY4BJY | 上海市杨浦区教育局业余电台 |
| 64 | BY3AI | 天津渤海石油公司第一中学业余电台 | 100 | BY4BKJ | 上海市闸北区彭浦青少年科技馆业余电台 |
| 65 | BY3AJ | 天津市科技馆业余电台 | 101 | BY4BLW | 上海市卢湾区少科站业余电台 |
| 66 | BY3AK | 天津市第十四中学业余电台 | 102 | BY4BMH | 上海市闵行区少科站业余电台 |
| 67 | BY3AL | 天津市津南区青少年业余电台 | 103 | BY4BNS | 上海市黄浦区青少年活动中心业余电台 |
| 68 | BY3AM | 天津市河西区少年宫业余电台 | 104 | BY4BPT | 上海市普陀区青少年活动中心业余电台 |
| 69 | BY3AN | 天津市实验中学业余电台 | 105 | BY4BSJ | 上海市松江区青少年活动中心业余电台 |
| 70 | BY3AO | 天津市上海道小学业余电台 | 106 | BY4BSK | 上海市黄浦区少年宫业余电台 |
| 71 | BY3AP | 天津市和平区万全道小学业余电台 | 107 | BY4BSN | 上海市浦东新区少科站业余电台 |
| 72 | BY3AQ | 天津市五十五中学业余电台 | 108 | BY4BZB | 上海市闸北区少科站业余电台 |
| 73 | BY3AR | 天津市河东区第一中心小学业余电台 | 109 | BY4CA | 上海市卢湾区向明中学业余电台 |
| 74 | BY3AS | 天津市河东区昆仑路小学业余电台 | 110 | BY4CB | 上海市第六十七中学业余电台 |
| 75 | BY3AT | 天津市河东区津华中学业余电台 | 111 | BY4CC | 上海市黄浦区第一中心小学业余电台 |
| 76 | BY3AU | 天津市第二十一中学业余电台 | 112 | BY4CCM | 上海市崇明县崇明中学业余电台 |
| 77 | BY3AV | 天津市闵侯路小学业余电台 | 113 | BY4CD | 上海市光明中学业余电台 |
| 78 | BY3CC | 天津市和平区青少年科技宫业余电台 | 114 | BY4CFD | 上海市复旦大学附属中学业余电台 |
| 79 | BY4AA | 上海市无线电运动协会业余电台 | 115 | BY4CJA | 上海市静安区第一中心小学业余电台 |
| 80 | BY4AEE | 华东师范大学业余电台 | 116 | BY4CJD | 上海市交通大学附属中学业余电台 |
| 81 | BY4AHY | 上海海运学校业余电台 | 117 | BY4CJP | 上海市建平中学业余电台 |
| 82 | BY4AJT | 上海交通大学业余电台 | 118 | BY4CJQ | 上海市建庆中学业余电台 |
| 83 | BY4ALC | 中国福利会少年宫业余电台 | 119 | BY4CJT | 上海市浦东新区金童小学业余电台 |
| 84 | BY4ALM | 上海小主人报业余电台 | 120 | BY4CLY | 上海市卢湾区第一中心小学业余电台 |
| 85 | BY4AOH | 上海市奥林匹克俱乐部业余电台 | 121 | BY4CNA | 上海市建青实验中学业余电台 |
| 86 | BY4AOM | 上海市电子学会业余电台 | 122 | BY4CPA | 上海市杨浦区少年宫业余电台 |
| 87 | BY4ATU | 上海师范大学业余电台 | 123 | BY4CQB | 上海市七宝中学业余电台 |
| 88 | BY4AY | 上海市青少年科技教育中心业余电台 | 124 | BY4CRE | 上海市瑞金二路小学业余电台 |
| 89 | BY4BA | 上海市杨浦区无线电运动协会业余电台 | 125 | BY4CSR | 上海市松江区第二中学业余电台 |
| 90 | BY4BB | 上海市卢湾区体育俱乐部业余电台 | 126 | BY4CSZ | 上海市上海中学业余电台 |
| 91 | BY4BC | 上海市徐汇区青少年活动中心业余电台 | 127 | BY4CTZ | 上海市同洲模范中学业余电台 |
| 92 | BY4BCN | 上海市长宁区少科站业余电台 | 128 | BY4CWW | 上海师大附属外国语中学业余电台 |
| 93 | BY4BCS | 上海市浦东新区少科站业余电台（川沙站） | 129 | BY4CWY | 上海市位育中学业余电台 |
| 94 | BY4BD | 上海市杨浦区少科站业余电台 | 130 | BY4CXH | 上海市长宁区向红小学业余电台 |
| 95 | BY4BHK | 上海市虹口区青少年活动中心业余电台 | 131 | BY4CXZ | 上海市新中高级中学业余电台 |
| 96 | BY4BHP | 上海市黄浦区青少年活动中心业余电台 | 132 | BY4CYL | 上海市第三女子中学业余电台 |

续表

| 序号 | 呼号 | 电台名称 | 序号 | 呼号 | 电台名称 |
|---|---|---|---|---|---|
| 133 | BY4HAM | 上海市海姆无线电通信设备有限公司业余电台 | 166 | *BY4WNG | 东南大学业余电台 |
| 134 | BY4JIU | 济南市第13中学业余电台 | 167 | BY4WUA | 江苏省镇江市第六中学业余电台 |
| 135 | BY4JQ | 山东省无线电运动协会暨济南市青少年业余电台 | 168 | BY4WZS | 镇江实验学校业余电台 |
| 136 | BY4JX | 济南市新苑小学业余电台 | 169 | *BY4XAS | 连云港泛美润滑油有限公司业余电台 |
| 137 | BY4KEN | 山东青岛科恩公司业余电台 | 170 | BY4XC | 连云港东海县横沟中心小学业余电台 |
| 138 | BY4KH | 山东省新泰市科海电子服务中心业余电台 | 171 | BY4XHO | 江苏省赣榆县海头中学海鸥业余电台 |
| 139 | BY4LB | 青岛市无线电运动协会凌波公司业余电台 | 172 | BY4XRA | 连云港市无线电运动协会业余电台 |
| 140 | BY4LQD | 青岛市无线电运动协会业余电台 | 173 | BY4XS | 连云港市无线电运动协会阳光俱乐部 |
| 141 | BY4MBG | 青岛市儿童少年活动中心业余电台 | 174 | BY4XSL | 连云港市石梁河中心小学业余电台 |
| 142 | BY4PGD | 山东工业大学业余电台 | 175 | BY5FF | 杭州市第十四中学业余电台 |
| 143 | BY4QA | 常州市无线电运动协会业余电台 | 176 | BY5HEY | 杭州世界语协会江干区少年宫业余电台 |
| 144 | BY4RB | 镇江市无线电运动协会业余电台 | 177 | BY5HWB | 杭州市青少年活动中心西子鸟业余电台 |
| 145 | *BY4RBA | 南京市第十二中学业余电台 | 178 | BY5HZ | 杭州市无线电运动协会业余电台 |
| 146 | *BY4RBB | 南京市中学生业余电台 | 179 | BY5NC | 南昌市无线电运动协会业余电台 |
| 147 | BY4RCC | 南京市青少年无线电科普基地业余电台 | 180 | BY5QA | 福州市教学实验中心业余电台 |
| 148 | BY4RJZ | 南京市第九中学业余电台 | 181 | BY5QB | 福州第二中学业余电台 |
| 149 | *BY4RN | 南京无线电运动协会业余电台 | 182 | BY5QC | 福州市旅游职业学校业余电台 |
| 150 | *BY4RND | 南京大学附属中学业余电台 | 183 | BY5QE | 福州国际语言职业学校业余电台 |
| 151 | BY4RRR | 南京市第三中学业余电台 | 184 | BY5QF | 福州市少年宫业余电台 |
| 152 | BY4RSA | 江苏省无线电和定向运动协会业余电台 | 185 | BY5QFB | 福州英华学校业余电台 |
| 153 | BY4RWT | 南京市五塘中学业余电台 | 186 | BY5QFC | 福州市对外友好协会业余电台 |
| 154 | BY4RXX | 南京派力应用人才培训中心业余电台 | 187 | BY5QG | 福州则徐中学业余电台 |
| 155 | BY4SHX | 张家港市合兴初级中学业余电台 | 188 | BY5QI | 福州格致中学业余电台 |
| 156 | BY4SJX | 江苏昆山市锦溪小学红领巾业余电台 | 189 | BY5QK | 福州市青少年科技馆业余电台 |
| 157 | *BY4STV | 苏州市电视机厂业余电台 | 190 | BY5QMU | 福州闽江大学业余电台 |
| 158 | BY4SZ | 苏州市无线电运动协会业余电台 | 191 | BY5QN | 福州第八中学业余电台 |
| 159 | *BY4TAA | 无锡市无线电运动协会业余电台 | 192 | BY5QW | 福州市第三中学业余电台 |
| 160 | *BY4TAB | 无锡市少年宫业余电台 | 193 | BY5RA | 福州市无线电运动协会业余电台 |
| 161 | BY4TC | 太仓市无线电运动协会业余电台 | 194 | BY5RC | 福建师大物理系业余电台 |
| 162 | BY4UAF | 兴化市安丰高级中学中学生业余电台 | 195 | BY5RCS | 福州市苍山区少年宫业余电台 |
| 163 | BY4UNT | 南通市无线电运动协会业余电台 | 196 | BY5RF | 福建省少年业余电台 |
| 164 | BY4VAM | 江苏省徐州市彭城职业大学业余电台 | 197 | BY5RSA | 福建省无线电运动协会业余电台 |
| 165 | BY4WA | 江苏农业职业技术学院业余电台 | 198 | BY5RT | 福建师范大学附属中学业余电台 |

续表

| 序号 | 呼号 | 电台名称 | 序号 | 呼号 | 电台名称 |
|---|---|---|---|---|---|
| 199 | BY5RY | 福建省福清县第一中学业余电台 | 220 | BY7KJ | 东莞市东城区职业中学业余电台 |
| 200 | BY5SA | 福建省厦门市第一中学业余电台 | 221 | *BY7KM | 广州市盲人学校业余无线电台 |
| 201 | BY5SM | 福建省厦门市思明区小飞鹭业余电台 | 222 | *BY7KQ | 广东省青少年科技活动中心业余电台 |
| 202 | BY5SM | 福州市第十一中学业余电台 | 223 | *BY7KR | 广东省东莞莞城第二中学业余电台 |
| 203 | BY5TA | 福建省漳州市第一中学业余电台 | 224 | *BY7KS | 广东省东莞中学业余电台 |
| 204 | BY5TS | 福州市台江区少年宫业余电台 | 225 | *BY7KT | 广州市无线电运动协会业余电台 |
| 205 | BY5TU | 福建省漳州市青少年宫业余电台 | 226 | *BY7KY | 广州从化英豪学校业余电台 |
| 206 | BY5VZ | 福州市第一中学业余电台 | 227 | BY7KZ | 东莞市篁村职业中学业余电台 |
| 207 | BY5WS | 福建省三明市青少年宫业余电台 | 228 | BY7QA | 广西河池市金城江铁路中学业余电台 |
| 208 | BY6HY | 华东冶金学院大学生业余电台 | 229 | *BY7QNR | 南宁铁路分局业余电台 |
| 209 | BY6LY | 洛阳市无线电运动协会业余电台 | 230 | BY7SBN | 广西北海市科协业余电台 |
| 210 | BY6QS | 武汉市青山区科技辅导站业余电台 | 231 | BY7STC | 广西青少年科技中心业余电台 |
| 211 | BY6RC | 武汉市第一职业高中业余电台 | 232 | BY7WGL | 广西桂林市无线电运动协会业余电台 |
| 212 | BY4SRA | 湖北沙市市无线电运动协会业余电台 | 233 | BY8AA | 四川省无线电运动协会业余电台 |
| 213 | BY7HL | 长沙市无线电运动协会业余电台 | 234 | BY8AB | 四川省川棉一厂子弟中学业余电台 |
| 214 | BY7HNU | 湖南大学学生业余电台 | 235 | *BY8AC | 成都市青少年业余电台 |
| 215 | *BY7HY | 岳阳市无线电运动协会业余电台 | 236 | *BY8MA | 贵州省无线电运动协会业余电台 |
| 216 | BY7HYX | 湖南省娄底第一小学业余电台 | 237 | *BY8SKM | 云南省昆明无线电运动协会业余电台 |
| 217 | BY7KF | 华南师大附中业余电台 | 238 | BY9AA | 西安无线电业余俱乐部业余电台 |
| 218 | BY7KG | 广东省东莞市青少年业余电台 | 239 | BY9GA | 甘肃省无线电运动协会业余电台 |
| 219 | BY7KH | 广州市海珠区少年宫业余电台 | | | |

说明:

本表在2004年3月前我国BY电台资料基础上略作增减。其中部分电台呼号前有“*”标志者为2004年3月前暂停发射，以后又有不少电台陆续停止发射，地址也多有变化，现仍列入此表，以作历史资料备查。

## 附录4 国内普通邮件及港澳台地区函件资费表（节选）

1.国内普通邮件资费表

| 业务种类 | 计费单位 | 资费标准（元） | |
|---|---|---|---|
| | | 本埠（县） | 外埠 |
| 信函 | 首重100克内，每重20克（不足20克按20克计算） | 0.80 | 1.20 |
| | 续重101～2000克每重100克（不足100克按100克计算） | 1.20 | 2.00 |
| 明信片 | 每件 | 0.80 | |

2.港澳台地区函件资费表（节选）

| 函件种类 | 重量级别 | 基本资费 |
|---|---|---|
| 信函 | 20克及20克以下 | 1.50 |
| | 20克以上至50克 | 2.80 |
| | 50克以上至100克 | 4.00 |
| | 100克以上至250克 | 8.50 |
| | 250克以上至500克 | 16.70 |
| | 500克以上至1000克 | 31.70 |
| | 1000克以上至2000克 | 55.80 |
| 明信片 | 每件 | 3.50 |

来源：根据中国邮政 2019 年发布的各地区国内邮政资费表综合整理

# 附录5 各类无线电通信业务通用的Q简语（节录）

（按字母顺序排列）

说明：有"*"者为业余通信中常用简语，"【 】"内为业余通信中常用含义。

| | 简语 | 问句 | 答句或报告 |
|---|---|---|---|
| * | QRA | 你台的名称是什么？ | 我台的名称是…… |
| | QRB | 你离我台多远？ | 我台离你约……海里（或千米）。 |
| | QRD | 你到哪里去，从哪里来？ | 我到……去，从……来。 |
| | QRE | 你预计何时到达……（或经过……地方）？ | 我预计到达……（或经过……）的时候是……点钟。 |
| | QRF | 你是否正在返回……（地方）？ | 我正在返回……（地方）。 |
| | QRG | 我（或……）的准确频率是多少？ | 你（或……）的准确频率是……kHz（或MHz）。 |
| | QRH | 我的频率稳定吗？ | 你的频率不稳定。 |
| | QRI | 我发送的音调如何？ | 你发送的音调<br>（1）良好 （2）不稳 （3）不好 |
| | QRK | 我（或……）的信号清晰度怎样？ | 你（或……）信号清晰度是……<br>（1）劣（2）差（3）可（4）良（5）优 |
| * | QRL | 你忙吗？ | 我很忙（或与……很忙），请不要干扰。 |
| * | QRM | 你受到他台干扰吗？ | 我现在正受到……干扰<br>（1）无<br>（2）稍有<br>（3）中等的<br>（4）严重的<br>（5）极端的 |
| * | QRN | 你受到天电干扰吗？ | 我正受到……天电干扰<br>（1）无<br>（2）稍有<br>（3）中等的<br>（4）严重的<br>（5）极端的 |
| | QRO | 要我增加发信机功率吗？ | 请增加发信机功率。 |
| * | QRP | 要我减低发信机功率吗？ | 请减低发信机功率。<br>【小功率发信机】 |
| | QRQ | 要我发得快点吗？ | 请发得快点。 |
| | QRR | 你已准备好用自动操作吗？ | 我已准备好用自动操作。 |

| 简语 | 问句 | 答句或报告 |
|---|---|---|
| * QRS | 要我发得慢一些吗？ | 请发得慢一些。 |
| * QRT | 要我停止拍发吗？ | 请停止拍发。 |
| * QRU | 你有什么发给我吗？ | 我没有什么发给你（无事了）。 |
| * QRV | 你准备好了吗？ | 我已准备好。 |
| QRW | 要我通知……你正用……kHz（或MHz）在呼叫他吗？ | 请通知……我正用……kHz（或MHz）在呼叫他。 |
| QRY | 我应该轮到第几……（关于通信方面的） | 你应该轮到第……号（或根据其他指示）。（关于通信方面的） |
| * QRZ | 谁在呼叫我？ | ……正在（用……kHz或……MHz）呼叫你。 |
| QSA | 我（或……）的信号强度怎样？ | 你（或……）的信号强度是……<br>（1）几乎不能收听<br>（2）弱<br>（3）还好<br>（4）好<br>（5）很好 |
| QSB | 我的信号有衰落吗？ | 你的信号有衰落。 |
| QSC | 你船是货轮吗？ | 我船是货轮。 |
| QSD | 我的电键发报有毛病吗？ | 你的电键发报有毛病。 |
| QSE | 救生艇漂移的估计距离是多少？ | 救生艇漂移的估计距离是……（数字及单位）。 |
| QSF | 你已进行援救了吗？ | 我已进行援救，现在正往……基地去（有……人受伤需要救护车） |
| QSG | 要我每次连发……份电报吗？ | 请每次连发……份电报。 |
| QSH | 你能用你的测向设备返航吗？ | 我能用我的测向设备（在……电台上）返航。 |
| QSI | | 在你发报时我未能插入。 |
| QSK | 在你所发信号中间能否收听到我？如果能，我能插入你的发送吗？ | 在我所发信号中间能收听到你；你可以插入我的发送。 |
| * QSL | 你能承认收妥吗？【能确认QSL卡片吗？】 | 我现在承认收妥。【确认QSL卡片】 |
| QSM | 要我将发给你的最末一份电报（或以前的几份电报）重发吗？ | 将你发给我的最末一份电报（或电报号数……）重发。 |
| QSN | 你在……kHz（或MHz）上听到我（或……台）吗？ | 我已在……kHz（或MHz）上听到你（或……）。 |
| * QSO | 你是否能和……直接（或必须经过接转）通信？ | 我能和……直接（或经过……接转）通信。【直接联络】 |
| * QSP | 你可否免费转发到……？ | 我可以免费转发到…… |
| QSQ | 你们船上有无医生（或……人是否在你们船上）？ | 我船上有一个医生（或……人在船上）。 |
| QSR | 要我在呼叫频率上重复呼叫吗？ | 请在呼叫频率上重复呼叫；没有听到你（或有干扰）。 |
| QSS | 你将用什么工作频率？ | 我将用……kHz工作频率（通常只要报明 |

| 简语 | 问句 | 答句或报告 |
| --- | --- | --- |
| | | 频率的最后3位数字)。 |
| QSU | 要我用这个频率(或用……kHz或MHz)(用……类发射)拍发或答复吗? | 请用这个频率(或用……kHz或MHz)(用……类发射)拍发或答复。 |
| QSV | 要我用这个频率(或……kHz或MHz)拍发一连串的V字吗? | 请用这个频率(或用……kHz或MHz)拍发一连串的V字。 |
| QSW | 你将用这个频率(或……kHz或……MHz)(用……类发射)拍发吗? | 我将用这个频率(或……kHz或……MHz)(用……类发射)拍发。 |
| QSX | 你将用……kHz(或MHz)收听……(呼号)吗? | 我正用……kHz(或MHz)收听…… |
| * QSY | 要我改用别的频率拍发吗? | 请改用别的频率(或……kHz或MHz)拍发。 |
| QSZ | 要我将每字或每组拍发一次以上吗? | 请将每字或每组拍发两次(或……次)。 |
| QTA | 要我取消第……号电报吗? | 请取消第……号电报。 |
| QTB | 我计算的字数和你的相符吗? | 你计算的字数和我的不符;我将重发每字或每组的第一个字母或数字。 |
| QTC | 你有多少份电报要发? | 我有……份电报发给你(或发给……)。 |
| QTD | 救援的船只或救援航空器救获了什么? | ……(识别号)救获了……<br>(1)……(数目)幸存者<br>(2)残余物资<br>(3)……(数目)具尸体。 |
| QTE | 我离你的真方位是多少度? | 你离我的真方位是……度,在……点钟时。 |
| 或 | 我离……(呼号)的真方位是多少度? | 你离……(呼号)的真方位是……度,在……点钟时。 |
| 或 | ……(呼号)离……(呼号)的真方位是多少度? | ……(呼号)离……(呼号)的真方位是……度,在……点钟时。 |
| QTF | 你可以将你控制的测向电台所测得的我的位置见告吗? | 我控制的测向电台所测得的你的位置是纬度……经度……(或其他标明方位的方法)类别……在……点钟。 |
| QTG | 你可以拍发历时十秒的长划两次,每次后面接着你的呼号(重复……次)(在……kHz或MHz上)吗? | 我将拍发历时十秒的长划两次,后面接着该台的呼号(重复……次)(在……kHz或MHz)。 |
| 或 | 你可以请求……拍发历时十秒的长划两次,后面接着该台的呼号(重复……次)(在……kHz或MHz上)吗? | 我已经请求……拍发历时十秒的长划两次,后面接着该台的呼号(重复……次)(在……kHz或MHz)。 |
| * QTH | 你的位置在哪个经度和纬度(根据其他标志)? | 我的位置是纬度……经度……(或根据其他标志)。 |
| QTI | 你的真航向是多少度? | 我的真航向是……度。 |
| QTJ | 你的速度是多少? | 我的速度是……海里(或每小时……千米,或每小时……法定英里)。 |
| QTK | 你的航空器对地面的速度是多少? | 我的航空器对地面的速度是……海里(或每小时……千米,或每小时……法定英里)。 |

| 简语 | 问句 | 答句或报告 |
| --- | --- | --- |
| QTL | 你的真艏向是多少度？ | 我的真艏向是……度。 |
| QTM | 你的磁艏向是多少度？ | 我的磁艏向是……度。 |
| QTN | 你在什么时候离开……（地方）？ | 我离开……（地方）时是……点钟。 |
| QTO | 你已经离开船坞（或港口）了吗？ | 我已经离开船坞（或港口）。 |
| 或 | 你是否起飞了？ | 我已在飞。 |
| QTP | 你将驶进船坞（或港口）吗？ | 我将驶进船坞（或港口）。 |
| 或 | 你就要降落（或着陆）吗？ | 我就要降落（或着陆）。 |
| * QTQ | 你能用国际信号电码和我台通信吗？ | 我将用国际信号电码和你台通信。 |
| QTR | 现在的准确时间是什么？ | 现在的准确时间是……点钟。 |
| QTS | 你能不能在……kHz（或MHz）上拍发你的呼号，以便现在（或在……点钟）进行调谐或测量你的频率？ | 我将在……kHz（或MHz）上拍发我的呼号，以便现在（或在……点钟）进行调谐或测量我的频率。 |
| QTT | | 随后的识别信号是附在另一个传输上。 |
| QTU | 你台开放业务的时间是哪几个小时？ | 我台开放业务的时间是自……到……点钟。 |
| QTV | 要我在……kHz（或MHz）上（自……点至……点钟）守听你吗？ | 请在……kHz（或MHz）上（自……至……点钟）守候我。 |
| QTW | 遇险幸存者情况如何？ | 遇险幸存者处于……情况并急需…… |
| QTX | 你可以继续和我通信直到另行通知时为止（或直到……点钟）吗？ | 我愿继续和你通信直到另行通知时为止（或直到……点钟）。 |
| QTY | 你是否正在前往出事地点？如果是，你预计在什么时候到达？ | 我正前往出事地点；预计在……点钟（……日期）到达。 |
| QTZ | 你正在继续搜索吗？ | 我正在继续搜索……（航空器、船舶、救生艇、埋存者或残余物）。 |
| QUA | 你得到了……（呼号）的消息吗？ | 有……（呼号）的消息。 |
| QUB | 你能否按照下列的次序供给我有关的资料：地面风的速度和用真度数表示的风向、能见度、目前的气候和在……（观测地点）地面上空云量、云层的形态和高度？ | 以下是你所要求的资料：（应标明速度和距离所用的单位）。 |
| QUL | 你能告诉我在……（地方或坐标）观测到的波浪情况吗？ | 在……（地方或坐标）的波浪情况是…… |
| QUM | 我可以恢复正常工作吗？ | 可以恢复正常工作。 |
| QUN | 凡在我邻近的……（或在纬度……经度……邻近）（或在……邻近）的船只是否可以把位置、真航向和速度报告？ | 我的位置，真航向和速度是…… |
| QUO | 要我在纬度……经度……附近（或按照任何其他标志）搜索……吗？<br>（1）航空器<br>（2）船舶 | 请在纬度……经度……附近（或按照任何其他标志）搜索……<br>（1）航空器<br>（2）船舶 |

| 简语 | 问句 | 答句或报告 |
| --- | --- | --- |
| | （3）救生艇 | （3）救生艇 |
| QUP | 你能用……<br>（1）探照灯<br>（2）黑烟痕迹<br>（3）焰火光<br>来表示你台位置吗？ | 我的位置是用……<br>（1）探照灯<br>（2）黑烟痕迹<br>（3）焰火光<br>来表示的。 |
| QUQ | 要我把探照灯直射在云上，可能时把它时明时灭，直到发现你们的航空器，那时逆风斜倾这光柱在水上（或陆上），以便利你的着陆吗？ | 请把探照灯直射在云上，可能时把它时明时灭，直到发现我们的航空器，那时逆风斜倾这光柱在水上（或陆上），以便利我的着陆。 |

# 附录 6 无线电通信用缩语表（节录）

说明：有“*”者为业余通信中常用缩语。

| | | 缩语 | 原词 | 含义 |
|---|---|---|---|---|
| A | * | AA | All After | ……以后 |
| | * | AB | All Before | ……以前 |
| | * | ABT | About | 关于、大约 |
| | * | AC | Alternation current | 交流电 |
| | | ADD | Addition | 增加 |
| | * | ADR，ADS | Address | 地址 |
| | * | AF | Africa | 非洲 |
| | | AF | Audio frequency | 音频 |
| | * | AFTRNN | Afternoon | 下午 |
| | * | AGN | Again | 又、再 |
| | | AHD | Ahead | 向前、继续下去 |
| | * | AHR，ANR | Another | 另外的 |
| | * | AL | All | 全部 |
| | * | ALY | Always | 经常 |
| | | AM | Amplitude Modulation | 调幅 |
| | * | AM | Morning | 上午 |
| | | ANI | Any | 任何 |
| | * | ANS | Answer | 回答 |
| | * | ANT | Antenna | 天线 |
| | | APR | April | 四月 |
| | * | AR | End of message | 电报结束符号 |
| | * | AS | Wait | 等待 |
| | * | ASM | Wait a minute | 稍等、等一会儿 |
| | * | AS | Asia | 亚洲 |
| B | | BALUN | Balanced-to-unbalanced | 平衡—不平衡转换 |
| | | BC | Broadcast | 广播 |
| | | BF | Before | 以前 |
| | | BFO | Beat-frequency oscillator | 差拍振荡器 |
| | | BCI | Broadcast interference | 广播干扰 |
| | | BCK | Back | 回、背 |
| | * | BCUZ，BEC | Because | 因为 |
| | | BDA | Birthday | 生日 |
| | * | BGN | Begin | 开始 |

| | | 缩语 | 原词 | 含义 |
|---|---|---|---|---|
| | | BJT | Beijing time | 北京时间 |
| | * | BK | Break，Break in | 打断、在通信过程中插入 |
| | | BKG | Breaking | 打断、闯入 |
| | | BLW | Below | 在下面、向下 |
| | | BN | Been | 是 |
| | | BOZ | Both | 双方 |
| | | BTN | Between | 之间 |
| | | BTR | Better | 好一些 |
| | | BUG | Semi-Automatic key | 半自动电键 |
| | | BUK | Book | 书 |
| | * | BURO | Bureau | 管理局 |
| C | | C | yes | 对、是的 |
| | | CB | Citizens band | 民用波段 |
| | * | CDNT | Couldn't | 不能 |
| | * | CFM | Confirm | 确认、认为 |
| | * | CH | Channel | 频道 |
| | * | CK | Check | 检查 |
| | * | CL | Call | 呼叫 |
| | | CLD | Called | 呼叫过 |
| | | CLG | Calling | 正在呼叫 |
| | * | CLR | Clear | 清楚的 |
| | | CN | Can | 能够 |
| | * | CNDX | Condition | 情况 |
| | * | CNT | Can not | 不能 |
| | | CNTY | Country | 国家 |
| | | CNU | Can you | 你能否 |
| | | COAX | Coaxal Cable to Connector | 连接（同轴）电缆 |
| | * | CQ | General Call to all station | 普遍呼叫 |
| | * | CRD | Card | 卡片 |
| | * | CRT | Correction | 改正 |
| | | CS | Call Sign | 呼号 |
| | * | CUAGN | See you again | 再见 |
| | | CUL | See you later | 再见 |
| | * | CW | Continuous wave | 等幅电报 |
| | * | CY | Copy | 抄收、复印件 |
| D | | DA | Day | 白天、一天 |
| | | DBL | Double | 双重的、加倍的 |
| | | DC | Direct current | 直流电 |
| | | DXN | Direction | 方向 |

| | | 缩语 | 原词 | 含义 |
|---|---|---|---|---|
| | | DCT | Direct | 直接的 |
| | * | DE | From | 从……来 |
| | | DEC | December | 十二月 |
| | * | DEG | Degrees | 度数 |
| | | DIF，DIFF | Difference | 不同、差别 |
| | * | DN | Down | 向下、往下 |
| | | DNT | Do not | 不 |
| | * | DR | Dear | 亲爱的 |
| | | DSNT | Does not | 不 |
| | * | DX | Long distance | 远距离 |
| | | DXPDN | DX expedition | 远征 |
| E | | E | East | 东 |
| | * | EL，ELE，ELS | Antenna element（s） | 天线单元 |
| | * | ES | And | 和 |
| | * | EU | Europe | 欧洲 |
| F | | FAX | Facsimile | 传真 |
| | * | FB | Fine business | 很好 |
| | | FEB | February | 二月 |
| | * | FM | From | 从……来 |
| | | FM | Frequency modulation | 调频 |
| | | FND | Found | 找到、建立 |
| | | FONE | Telephone | 电话 |
| | * | FQ，FREQ | Frequency | 频率 |
| | | FSK | Frequency-shift keying | 移频键控 |
| G | * | GA | Go ahead | 发过来 |
| | * | GA | Good Afternoon | 下午好 |
| | * | GB | Goodbye | 再见 |
| | | GD，GUD | Good | 好 |
| | * | GD | Good day | 日安 |
| | * | GE | Good evening | 晚上好 |
| | | GG | Going | 去、离去 |
| | | GHZ | Giga Hertz | 吉赫（千兆赫） |
| | * | GL | Good luck | 幸运 |
| | * | GLD | Glad | 高兴 |
| | * | GM | Good morning | 早上好 |
| | | GMT | Greenwich mean time | 格林尼治时间 |
| | | GN | Good night | 晚安 |
| | | GND | Ground | 地 |
| | | GV | Give | 给 |

| | | 缩语 | 原词 | 含义 |
|---|---|---|---|---|
| H | | HAM | Amateur | 业余爱好者 |
| | | HED | He would | 他将 |
| | * | HF | High frequency | 高频（3～30MHz） |
| | * | HI | Laugh | 笑 |
| | | HLO | Hello | 喂、你好 |
| | * | HPE | Hope | 希望 |
| | * | HPI | Happy | 愉快 |
| | * | HR | Here | 这里 |
| | | HR | Hour | 小时 |
| | | HRD | Heard | 听到 |
| | * | HV | Have | 有 |
| | | HVNT | Have not | 没有 |
| | * | HW | How | 怎么样、如何 |
| I | | IARU | International Amateur radio Union | 国际业余无线电联盟 |
| | | IC | Integrated circuit | 集成电路 |
| | | IF | Intermediate frequency | 中频、中间频率 |
| | | IMPT | Important | 重要的 |
| | * | INFO | Information | 消息、资料 |
| | | INPT | Input | 输入 |
| | | IRC | International reply coupon | 国际邮资兑换券 |
| | | ITU | International Telecommunication Union | 国际电信联盟 |
| J | | JAN | January | 一月 |
| | | JU L | July | 七月 |
| | | JUN | June | 六月 |
| K | * | K | Go Ahead | 发过来、请回答 |
| | | k | Kilo | 千 |
| | | kHz | Kilohertz | 千赫 |
| | * | KN | Go Ahead | 请回答（只限被呼叫的台） |
| | | KNW | Know | 知道 |
| | * | KP | Keep | 保持 |
| L | | LIL | Little | 小 |
| | | LIS | License | 执照 |
| | | LKG | Looking | 看、寻找 |
| | * | LOG | Logbook | 日志 |
| | | LSB | Lower sideband | 下边带 |
| | * | LSN | Listen | 听 |
| | | LTR | Letter | 信、字母 |
| | | LUK | Look | 看 |
| | | LV | Leave | 离开 |

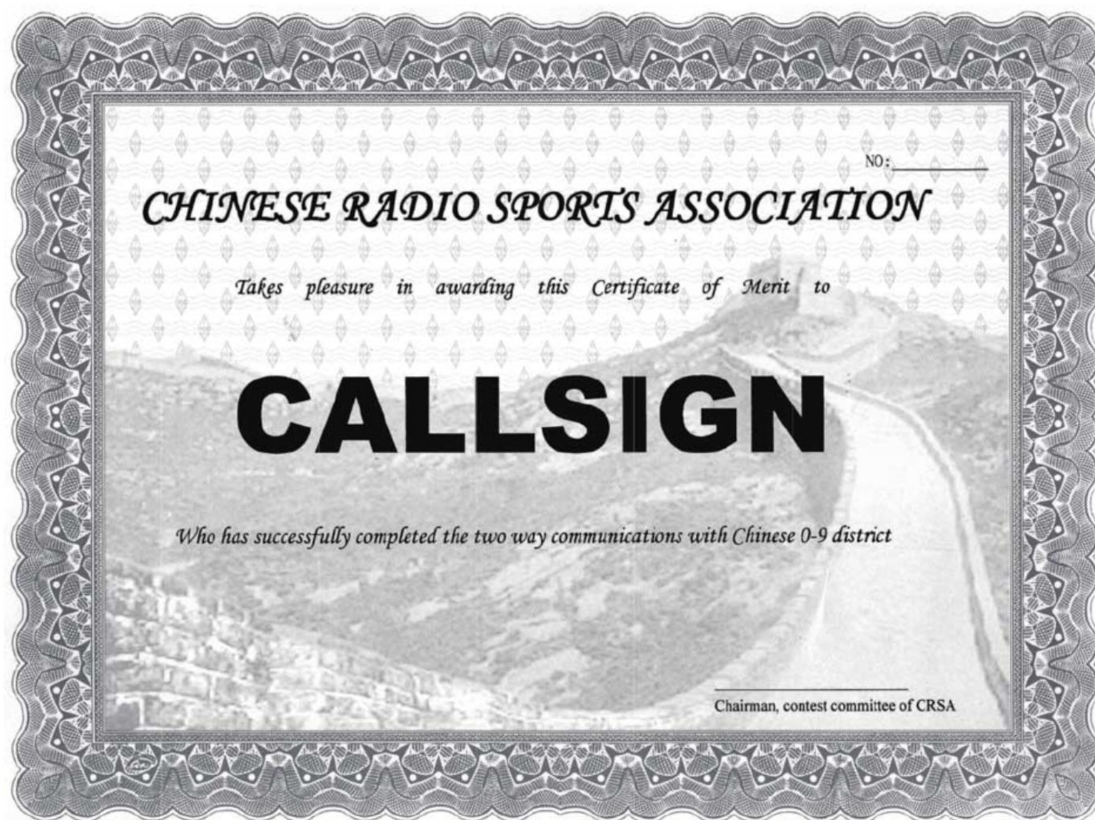
| | | 缩语 | 原词 | 含义 |
|---|---|---|---|---|
| | | LW | Long wave | 长波 |
| | | M | Meter | 米 |
| M | | M | Minute | 分钟 |
| | | MA | Mill amperes | 毫安 |
| | | MAG | Magazine | 杂志 |
| | | MAR | March | 三月 |
| | | MAX | Maximum | 最大的、顶点 |
| | | MAY | May | 五月 |
| | * | MGR | Manager | 管理人、经理 |
| | | MHZ | Megahertz | 兆赫 |
| | | MI，MY | My | 我的 |
| | * | MIC，Mike | Microphone | 话筒 |
| | | MIN | Minute | 分钟 |
| | | MIN | Minimum | 最小的、最低 |
| | | ML | Mail | 邮件、邮寄 |
| | | MNI | Many | 许多 |
| | | MNL | Manual | 手工、手册 |
| | | MOD | Modulator | 调制器 |
| | | Modem | Modulator/demodulator | 调制/解调器 |
| | * | MRI | Merry | 愉快 |
| | * | MSG | Message | 电报、消息 |
| | | MT | Meet | 会见 |
| | | MTG | Meeting | 会议 |
| N | | N | North | 北 |
| | * | NA | North America | 北美洲 |
| | | NCS | Net control station | 网路控制台 |
| | | ND | Nothing doing | 没事 |
| | | NG | Not good | 不好 |
| | * | NIL | I have nothing for you | 和你没事了 |
| | | NITE | Night | 晚上 |
| | | NN | Noon | 中午 |
| | | NOV | November | 十一月 |
| | * | NR | Near | 近、近的 |
| | * | NR | Number | 数字、序号 |
| | * | NW | Now | 现在 |
| | | NY | New York | 纽约 |
| O | | OB | Old boy | 老朋友 |
| | | OC | Old chap | 老朋友 |
| | * | OC | Oceania | 大洋洲 |

| | | 缩语 | 原词 | 含义 |
|---|---|---|---|---|
| | | OCT | October | 十月 |
| | * | OK | All right | 完全正确 |
| | * | OM | Old man | 老朋友、老兄 |
| | * | OP，OPR | Operator | 操作者 |
| | | OSC | Oscillator | 振荡器 |
| | | OT | Old timer | 老手 |
| P | | PA | Power amplifier | 功率放大器 |
| | * | PBL | Probable | 可能的 |
| | * | PBL | Problem | 问题 |
| | * | PH | Phone | 电话 |
| | * | PLS，PSE | please | 请 |
| | * | PM | Afternoon | 下午 |
| | * | P.O.Box | Post office box | 邮政信箱 |
| | | PSBL | Possible | 可能的 |
| | | PTT | Push-to-talk | 收、发信转换控制 |
| | * | PWR | Power | 功率、电源 |
| R | * | R | Roger | 明白 |
| | * | R | Received | 收到了 |
| | | R | Resistance | 电阻 |
| | * | RCVR，RX | Receiver | 接收机 |
| | | RD | Road | 路 |
| | | RDI | Ready | 准备好了 |
| | | RDO | Radio station | 无线电台 |
| | | RF | Radio frequency | 射频（高频） |
| | | RFC | Radio-frequency choke | 高频扼流圈 |
| | * | RIG | Station equipment | 电台设备 |
| | | RIT | Receiver incremental tuning | 收信频率微调 |
| | * | RMKS | Remarks | 备注 |
| | * | RPT | Repeat | 重复 |
| | * | RPRT | Report | 报告 |
| | * | RTTY | Radio teletype | 无线电传打字 |
| S | | S | South | 南 |
| | * | SA | South American | 南美洲 |
| | | SAE | Self-Addressed envelope | 写好回信地址的信封 |
| | | SASE | Self-Addressed Stamped envelope | 写好回信地址并贴好邮票的信封 |
| | * | SD | Send | 送、寄 |
| | | SEP | September | 九月 |
| | | SHP | Sharp | 尖 |
| | * | SHT | Short | 短 |

| | | 缩语 | 原词 | 含义 |
|---|---|---|---|---|
| | * | SK | Stop keying | 结束联络、再见 |
| | * | SKED | Schedule | 预约日期 |
| | * | SN | Soon | 快、立即 |
| | * | SOS | Save our ship（Souls） | 呼救 |
| | * | SRI | Sorry | 对不起 |
| | * | SSB | Single sideband | 单边带 |
| | * | SSTV | Slow-scan television | 慢扫描电视 |
| | | STL | Still | 仍旧 |
| | * | STN | Station | 台、站 |
| | | SUM | Some | 一些 |
| | | SVC | Service | 业务 |
| | | SW | Short wave | 短波 |
| | * | SWL | Short wave listener | 收听台 |
| | * | SWR | Standing-wave ratio | 驻波比 |
| T | * | T | Zero | 零（0） |
| | | TBL | Trouble | 问题、麻烦 |
| | * | TEMP | Temperature | 温度 |
| | * | TEST | Contest | 竞赛 |
| | | THR | Their | 他们的 |
| | * | TKS，TNX | Thanks | 多谢 |
| | * | TU | Thank you | 谢谢你 |
| | * | TMW | Tomorrow | 明天 |
| | | T/R | Transmit/receive | 收/发 |
| | * | TRX | Transceiver | 收发信机 |
| | | TV | Television | 电视 |
| | | TVI | Television interference | 电视干扰 |
| | * | TX | Transmitter | 发信机 |
| U | * | U | You | 你 |
| | | UHF | Ultra-High frequency | 特高频（300～3000MHz） |
| | * | UP | Upward in frequency | 调高频率 |
| | * | UR | Your | 你的、你们的 |
| | | URS | Yours | 你的、你们的 |
| | | USB | Upper sideband | 上边带 |
| | * | UTC | Universal co-ordinate time | 世界协调时间 |
| V | | V | Volt，Voltage | 伏特、电压 |
| | | VCO | Voltage-controlled oscillator | 压控振荡器 |
| | | VERT | Vertical | 垂直的 |
| | | VFB | Very fine business | 非常好 |
| | | VFO | Variable frequency oscillator | 可变频率振荡器 |

| | | 缩语 | 原词 | 含义 |
|---|---|---|---|---|
| | | VHF | Very-high frequency | 甚高频（30～300MHz） |
| | | VOX | Voice-operated switch | 声控开关 |
| | * | VXO | Variable crystal oscillator | 可变频率晶体振荡器 |
| | | VY | Very | 很 |
| W | | W | West | 西 |
| | | W | Watt | 瓦特 |
| | | W | Word | 词 |
| | | WATSA | What do you say? | 你说什么？ |
| | | WK | Work | 工作 |
| | * | WKD | Worked | 工作过 |
| | | WKG | Working | 正在工作 |
| | * | WL | Will | 将、愿 |
| | | WUD | Would | 将、愿 |
| | * | WX | Weather | 天气 |
| X | | XCUS | Excuse | 原谅 |
| | * | XCVR | Transceiver | 收发信机 |
| | * | XMAS | Christmas | 圣诞节 |
| | | XMTR | Transmitter | 发信机 |
| | * | XYL | Wife | 妻子 |
| Y | * | YD，YDA，YDY | Yesterday | 昨天 |
| | | YF | Wife | 妻子 |
| | * | YL | Young lady | 女士 |
| | * | YR | Year | 年 |
| | * | YR | Your | 你的 |
| Z | * | Z | UTC time | 零时区的标志，即世界协调时 |
| | * | 73 | Best regards | 致敬、问候 |
| | * | 88 | Love and kisses | 爱、吻 |

附录 7 之（1）　CRSA Ø～9 区奖状式样

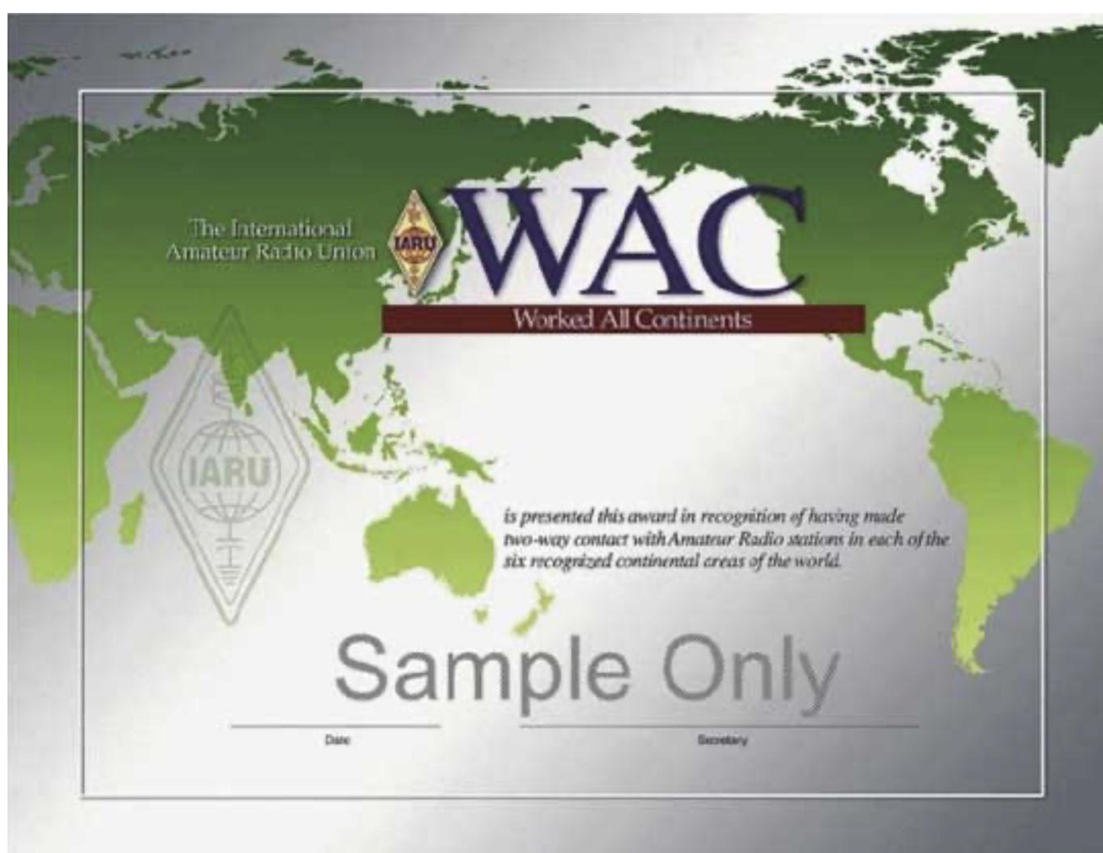


## 附录 7 之（2） CRSA Ø～9 区奖状申请表

CRSA（Ø～9）AWARD APPLICATION FORM

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| First name | | | Nationality | | | |
| Family name | | | Callsign | | | |
| CFM QSO WITH | | | | | | |
| NO | Callsign | Date | UTC | MHz | RST | 2-WAY |
| Ø | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| Certified by 2 other HAMs | | | | | | |

附录 8 之（1） WAC 基本奖状式样



附录 8 之（2） 1.8MHz WAC 奖状式样



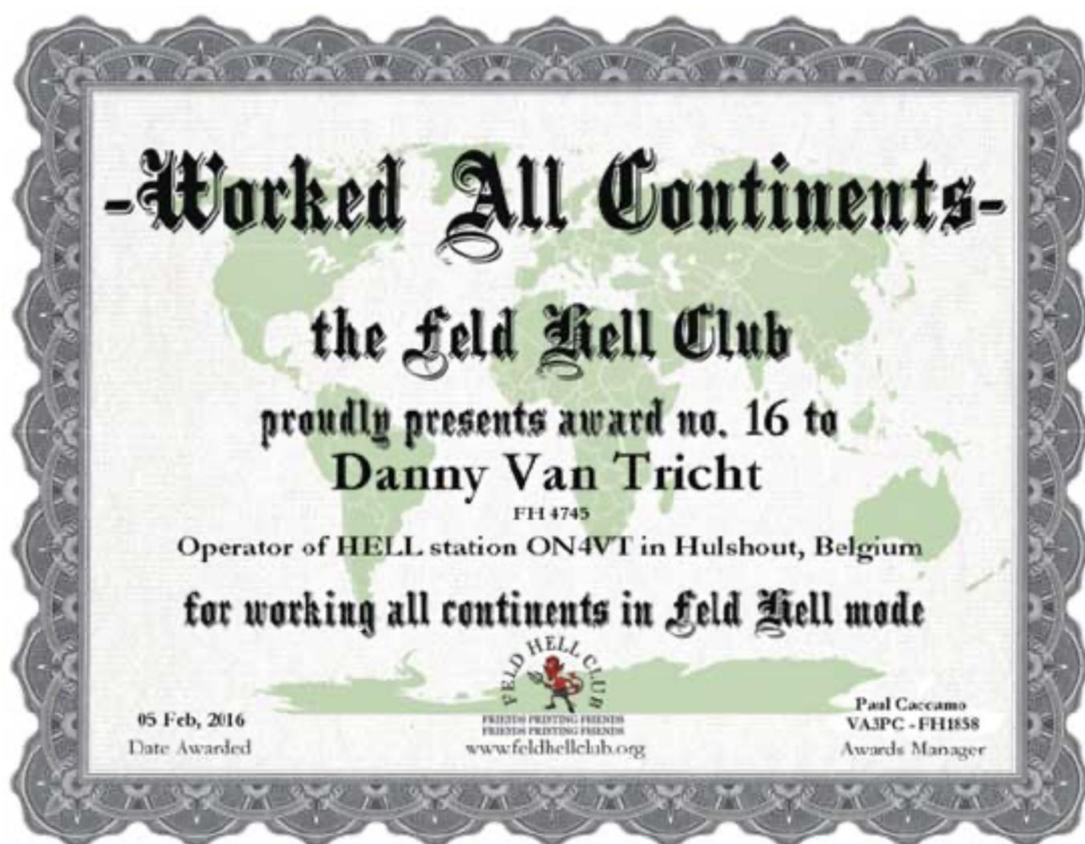
附录 9 之（1） DXCC 基本证书式样



附录 9 之（2） 五波段 DXCC 证书式样



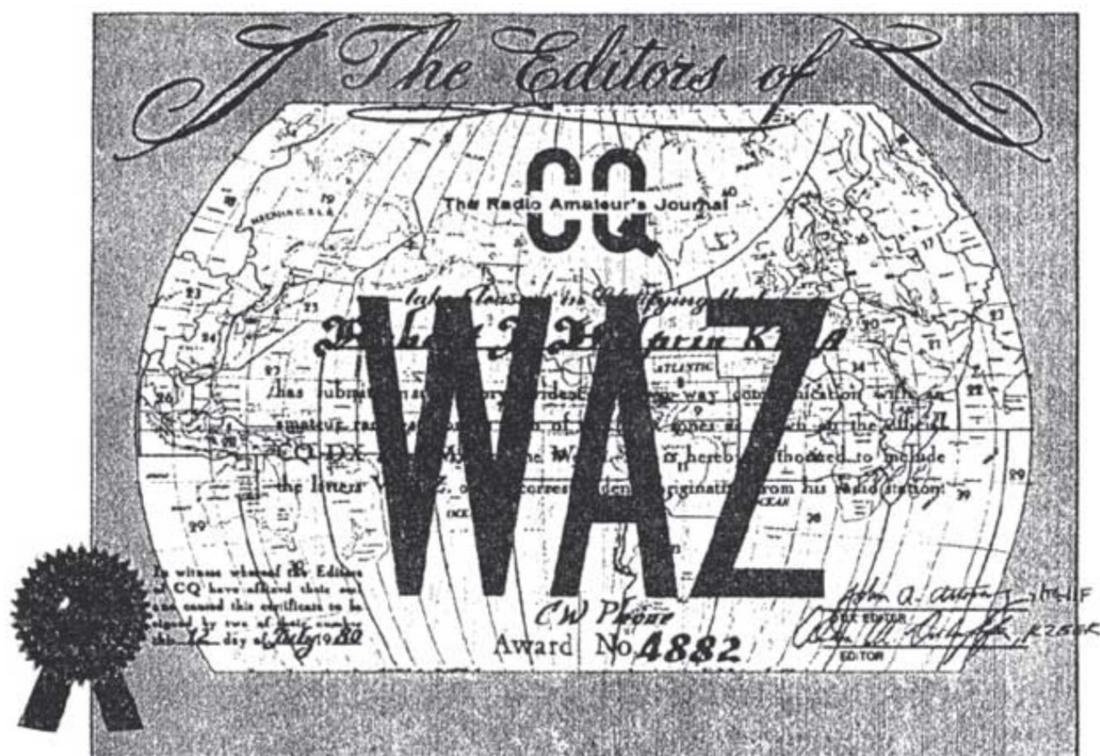
附录 10 之（1） WAS 基本奖状式样



附录10之（2） 五波段WAS奖状式样



附录 11　WAZ 联络全部 CQ 分区奖状式样



## 附录12 计算通信方位角和大圆距离的BASIC程序

```
10 CLS
20 PRINT TAB（6）“《计算通信方位角和大圆距离程序》”
30 PRINT STRING $（45，45）
40 DEF FNDEG＝D＋SGN（D）*（M/60＋S/3600）
50 DEF FNACS＝PI/2-2*ATN（X/（1＋SQR（1-X*X）））
60 INPUT“发信点经度（度，分，秒）＝”；D，M，S：TLONGD＝FNDEG
70 INPUT“发信点纬度（度，分，秒）＝”；D，M，S：TLATD＝FNDEG
80 INPUT“收信点经度（度，分，秒）＝”；D，M，S：RLONGD＝FNDEG
90 INPUT“收信点纬度（度，分，秒）＝”；D，M，S：RLATD＝FNDEG
100 PI＝3.1 41 59265＃：PI2＝2*PI：RO＝6370
110 R2D＝1 80/PI：D2R＝PI/1 80
120 TLONG＝TLONGD*D2R：TLAT＝TLATD*D2R
130 RLONG＝RLONGD*D2R：RLAT＝RLATD*D2R
140 IF TLONG＜0 THEN TLONG＝PI2＋TLONG
150 IF RLONG＜0 THEN RLONG＝PI2＋RLONG
160 DLONG＝TLONG-RLONG
170 IF ABS（DLONG）＞PI THEN DLONG＝DLONG-PI2*SGN（DLONG）
180 X＝SIN（TLAT）*SIN（RLAT）＋COS（TLAT）*COS（RLAT）*COS（DLONG）
190 GCD＝FNACS
200 IF GCD＜.0000001 THEN GCD＝.0000001
210 IF（COS（TLAT）-.0000001）＞0 GOTO 240
220 IF TLAT＝＞0 THEN BTR＝0 ELSE BTR＝PI
230 GOTO 270
240 X＝（SIN（RLAT）-SIN（TLAT）*COS（GCD））/（COS（TLAT）*SIN（GCD））
250 BTR＝FNACS
260 IF DLONG＞0 THEN BTR＝PI2-BTR
270 IF（COS（RLAT）-.0000001）＞0 GOTO 300
280 IF RLAT＞＝0 THEN BRT＝0 ELSE BRT＝PI
290 GOTO 330
300 X＝（SIN（TLAT）-SIN（RLAT）*COS（GCD））/（COS（RLAT）*SIN（GCD））
310 BRT＝FNACS
320 IF DLONG＜0 THEN BRT＝PI2-BRT
330 GCDKM＝GCD*RO
340 BTRD＝BTR*R2D
350 BRTD＝BRT*R2D
360 PRINT STRING$（50，42）
370 PRINT“大圆距离为”；GCDKM；“（KM）”
380 X＝BTRD：GOSUB 470
390 PRINT“发信点对收信点的方位角为”；D；“度”；M；“分”；S；“秒”400 X＝BRTD：GOSUB 470
410 PRINT“收信点对发信点的方位角为”；D；“度”；M；“分”；S；“秒”420 PRINT STRING$（50，42）
430 INPUT“您是否对其他收信点继续计算？（Y OR N）”，A
```

```
440 IF A$＝“Y”OR A$＝“y”GOTO 80
450 IF A$＝“N”OR A$＝“N”THEN END
460 GOTO 430
470 D＝INT（X）：M＝INT（（X-D）*60）：S＝（X-D-M/60）*3600
480 RETURN
```

计算实例：计算兰州市对上海市的方位角和大圆距离

RUN↙

《计算通信方位角和大圆距离程序》

发信点经度（度，分，秒）＝103，45，0↙

发信点纬度（度，分，秒）＝36，2，0↙

收信点经度（度，分，秒）＝121，29，0↙

收信点纬度（度，分，秒）＝31，14，0↙

大圆距离为 1723（km）

发信点对收信点的方位角为 102 度 56 分

收信点对发信点的方位角为 292 度 49 分

您是否对其他收信点继续计算？（Y OR N）N↙

## 附录 13 国际电信联盟《无线电规则》有关业余无线电部分的摘录

### 第 1 条 名词与定义

无线电业余业务的定义

1.56 供业余无线电爱好者进行自我训练、相互通信和技术研究的无线电通信业务。业余无线电爱好者系指正式批准的、对无线电技术有兴趣的人，其兴趣纯系个人爱好而不涉及谋取利润。

无线电卫星业余业务的定义

1.57 利用卫星上的空间电台开展与业余业务相同目的的无线电通信业务。

### 第 25 条 第 1 部分——业余业务

25.1 §1 应允许各个国家业余电台之间的无线电通信，除非一个国家的主管部门宣布反对这样的无线电通信。

25.2 §2 1）不同国家业余电台之间的传输应限于第 1.56 款所定义的业余业务以及有关个人的情况。

25.2A 1A） 不同国家业余电台之间的发射不应以隐藏其意义为目的进行编码，卫星业余业务中地面电台与空间电台之间交换的控制信号除外。

25.3 2）业余电台仅在应急事件或者减轻灾害时才可用于代表第三者进行国际通信的发射。主管部门可以根据自己的权力决定本规定的适用性。

25.4 （SUP_WRC-03）

25.5 §3 1）主管部门可以决定申请操作业余电台执照的人，是否能演示其具有发送和抄收莫尔斯电码信号的能力。

25.6 2）主管部门应测验任何希望操作业余电台人员的操作和技术资格。这些能力标准的指导可以从最新的 ITU-RM.1544 建议中找到。

ITU-R M.1544 建议：

业余无线电爱好者的最低资格

——无线电法规：国内、国际

——无线电通信方法：无线电报、无线电话、数据及图像

——无线电理论：发射机、接收机、天线及传播、测量

——无线电辐射安全

——电磁兼容性

——避免和解决无线电频率干扰

25.7 §4 业余电台的最大功率应由有关主管部门确定。

25.8 §5 1）《组织法》公约》和本规定中所有相关条款和规定都适用于业余电台。

25.9 2）业余电台在发信过程中应以短间隔周期发送其呼号。

25.9A 鼓励管理部门采取必要步骤以允许业余电台准备满足支援救灾通信的需要。

25.9B 管理部门可以决定是否允许一个已经取得另一个主管当局颁发的操作业余电台的执照的人，在临时到他领地时操作业余电台，并可以设置条件和限制。

### 第 25 条 第 2 部分——业余卫星业务

25.10 §6 只要适用，本条款第 1 部分的规定应相同地施加于卫星业余业务。

25.11 §7 授权业余业务空间电台的主管部门应确保在发射前建立足够的地面控制电台，以保证卫星业余业务的电台产生的任何有害干扰都能立即消除（参见 22.1§1 对空间业务的规定）

### 附：第 22 条

空间业务

第 1 节 停止发射

22.1 §1 空间电台应当装有保证随时按照本规则的规定要求停止发射时，通过遥控指令立即停止某无线电发射的装置。

# 附录14之（1） 《业余无线电台管理办法》

（经2012年10月17日中华人民共和国工业和信息化部

第26次部务会议审议通过，2013年1月1日起施行。）

## 第一章 总则

第一条 为了加强对业余无线电台的管理，维护空中电波秩序，促进业余无线电活动的有序开展，根据《中华人民共和国无线电管理条例》，制定本办法。

第二条 在中华人民共和国境内设置、使用业余无线电台，对业余无线电台实施监督管理，适用本办法。

本办法所称业余无线电台，是指开展《中华人民共和国无线电频率划分规定》确定的业余业务和卫星业余业务所需的发信机、收信机或者发信机与收信机的组合（包括附属设备）。

第三条 国家无线电管理机构和省、自治区、直辖市无线电管理机构（以下简称地方无线电管理机构）依法对业余无线电台实施监督管理。

国家无线电管理机构和地方无线电管理机构统称无线电管理机构。

第四条 设置业余无线电台，应当按照本办法的规定办理审批手续，取得业余无线电台执照。

国家鼓励和支持业余无线电通信技术的研究、普及和突发重大自然灾害等紧急情况下的应急无线电通信活动。

依法设置的业余无线电台受国家法律保护。

## 第二章 业余无线电台设置审批

第五条 国家对业余无线电台实施分类管理。

业余无线电台分类管理规定由国家无线电管理机构另行制定。

第六条 申请设置业余无线电台，应当具备下列条件：

（一）熟悉无线电管理规定；

（二）具备国家无线电管理机构规定的操作技术能力；

（三）无线电发射设备符合国家相关技术标准；

（四）法律、行政法规规定的其他条件。

单位申请设置业余无线电台的，其业余无线电台负责人应当具备前款第一项规定的条件，技术负责人应当具备前款第一项和第二项规定的条件。

个人申请设置具有发信功能的业余无线电台的，应当年满十八周岁。

第七条 申请设置业余无线电台，应当向设台地地方无线电管理机构提交下列书面材料：

（一）《业余无线电台设置（变更）申请表》；

（二）《业余无线电台技术资料申报表》；

（三）个人身份证明或者设台单位证明材料的原件、复印件。申请人为单位的，还应当提交其业余无线电台负责人和技术负责人身份证明材料的原件、复印件；

（四）具备相应操作技术能力证明材料的原件、复印件。

地方无线电管理机构在验证前款第三项、第四项规定的证明材料的真实性后，应当及时将原件退还申请人。

第八条 设置在省、自治区、直辖市范围内通信的业余无线电台，由设台地地方无线电管理机构审批。

设置通信范围涉及两个以上的省、自治区、直辖市或者涉及境外的业余无线电台，由国家无线电管理机构审批。国家无线电管理机构可以委托设台地地方无线电管理机构负责除业余信标台、用于卫星业余业务的空间业余无线电台（“用于卫星业余业务的空间业余无线电台”以下简称“空间业余无线电台”）等特殊业余无线电台以外的业余无线电台的设置审批，

核发业余无线电台执照。

第九条 设置空间业余无线电台，应当符合本办法和空间电台管理的相关规定。

第十条 业余中继台的设置和技术参数等应当符合国家以及设台地地方无线电管理机构的规定。

业余中继台应当设专人负责监控和管理工作，配备有效的遥控手段。

第十一条 业余无线电台无线电发射设备应当依法取得《中华人民共和国无线电发射设备型号核准证》。申请人可以使用符合国家相关技术标准的自制、改装、拼装的无线电发射设备办理审批手续。

对业余无线电台专用无线电发射设备进行型号核准，应当以《中华人民共和国无线电频率划分规定》中有关无线电发射设备技术指标的规定为依据。

业余无线电台专用无线电发射设备不得用于其他无线电业务，其发射频率应当在业余业务或者卫星业余业务频段内。

第十二条 申请材料不全、不符合法定形式的，无线电管理机构应当当场或者在五个工作日内一次告知申请人需要补正的全部内容。

申请材料齐全、符合法定形式和本办法规定的，无线电管理机构应当当场或者自受理申请之日起二十个工作日内，核发业余无线电台执照；不符合规定条件的，应当书面通知申请人不予核发业余无线电台执照并说明理由。

第十三条 业余无线电台执照由国家无线电管理机构统一印制。

业余无线电台执照的有效期不超过五年。业余无线电台执照有效期届满后需要继续使用的，应当在有效期届满前三十日以前向核发执照的无线电管理机构申请办理延续手续。

第十四条 业余无线电台执照应当载明所核定的技术参数和发射设备等信息；单位设置业余无线电台的，其执照还应当载明业余无线电台负责人和技术负责人。

业余无线电台的技术参数不得超出其业余无线电台执照所核定的范围。需要变更业余无线电台执照核定内容的，应当向核发执照的无线电管理机构申请办理变更手续，换发业余无线电台执照。

第十五条 终止使用业余无线电台的，应当向核发业余无线电台执照的无线电管理机构申请注销执照。

第十六条 禁止涂改、仿制、伪造、倒卖、出租或者出借业余无线电台执照。

第十七条 根据国家无线电管理机构的委托核发业余无线电台执照的地方无线电管理机构，应当自核发、换发、注销执照之日起二十个工作日内，将相关情况报国家无线电管理机构。

## 第三章 业余无线电台使用

第十八条 使用业余无线电台，应当具备下列条件：

（一）熟悉无线电管理规定；

（二）具备国家无线电管理机构规定的操作技术能力，取得相应操作技术能力证明。

第十九条 业余无线电台使用的频率应当符合《中华人民共和国无线电频率划分规定》。

业余业务、卫星业余业务作为次要业务使用频率或者与其他主要业务共同使用频率的，应当遵守无线电管理机构对该频率的使用规定。

业余无线电台在无线电管理机构核准其使用的频段内，享有平等的频率使用权。

国家对业余无线电台免收无线电频率占用费。

第二十条 业余无线电台的通信对象应当限于业余无线电台。在突发重大自然灾害等紧急情况下，业余无线电台可以和非业余无线电台通信，但应当及时向所在地地方无线电管理机构报告，其通信内容应当限于与抢险救灾直接相关的紧急事务或者应急救援相关部门交办的任务。

第二十一条 未经所在地地方无线电管理机构批准，业余无线电台不得以任何方式进行广播或者发射通播性质的信号。

第二十二条 业余无线电台在通信过程中应当使用明语及业余无线电领域公认的缩略语和简语，数据文件交换应当使用公开的方式。但是，卫星业余业务中地面控制电台和空间电台之间交换的控制信号可以除外。

业余无线电台试验新的编码、调制方式和数字通信协议等，应当事先公开并向所在地地方无线电管理机构提交相关技术信息。

第二十三条 业余无线电台设置人应当对无线电发射设备进行有效监控，确保正常工作，保证能够及时停止其造成的有害干扰。

第二十四条 业余中继台应当向其覆盖区域内的所有业余无线电台提供平等的服务，并将使用业余中继台所需的各项技术参数公开。

第二十五条 依法设置的通信范围涉及两个以上的省、自治区、直辖市或者涉及境外的业余无线电台，可以在设台地以外的地点进行异地发射操作，但应当遵守所在地地方无线电管理机构的相关规定。

第二十六条 在业余无线电台操作培训中，已接受无线电管理规定等培训的人员，可以在业余无线电台设置人或者技术负责人的现场辅导下，在业余无线电台执照核定范围和国家有关业余无线电台操作权限规定确定的范围内，进行发射操作实习。

第二十七条 业余无线电台通信不得发送、接收与业余业务和卫星业余业务无关的信号，不得传播、公布无意接收的非业余业务和卫星业余业务的信息。

第二十八条 业余无线电台供其设置人、使用人用于相互通信、技术研究和自我训练。

禁止利用业余无线电台从事下列活动：

（一）发布、传播违反法律或者公共道德的信息；

（二）从事商业或者其他与营利有关的活动；

（三）阻碍其他无线电台通信；

（四）法律、行政法规禁止的其他活动。

第二十九条 业余无线电台设置人、使用人应当加强自律，接受无线电管理机构或者其委托单位的指导、监督和检查。

第三十条 业余无线电台的通信时间、通信频率、通信模式和通信对象等内容应当记入电台日志。

电台日志应当保留两年，供无线电管理机构检查。

## 第四章 业余无线电台呼号

第三十一条 业余无线电台设置人、使用人应当正确使用业余无线电台呼号。

第三十二条 业余无线电台呼号由国家无线电管理机构编制和分配。

无线电管理机构核发业余无线电台执照，应当同时指配业余无线电台呼号。业余信标台和空间业余无线电台等特殊业余无线电台呼号由国家无线电管理机构指配，其他业余无线电台呼号由地方无线电管理机构指配。

核发业余无线电台执照的无线电管理机构已经为设置人指配业余无线电台呼号的，不另行为其指配其他业余无线电台呼号。

第三十三条 业余无线电台在每次通信建立及结束时，应当主动发送本台呼号；在发信过程中应当至少每十分钟发送本台呼号一次。

业余中继台应当周期性发送本台呼号，两次发送的时间间隔不得超过十分钟。

第三十四条 在他人设置的业余无线电台上进行发射操作或者由国家无线电管理机构审批的业余无线电台在设台地以外的地点进行异地发射操作的，应当按照本办法所附《业余无线电台呼号说明》的规定使用业余无线电台呼号。

第三十五条 禁止盗用、转让、私自编制或者违法使用业余无线电台呼号。

第三十六条 无线电管理机构依法注销业余无线电台执照的，应当同时注销业余无线电台呼号。业余无线电台呼号在注销五年后可以另行指配。

业余无线电台执照被依法注销后一年内，设置人又申请设置业余无线电台的，无线电管理机构应当指配原业余无线电台呼号。

业余无线电台执照被依法注销后一年内，设置人在其他省、自治区、直辖市申请设置业余无线电台的，可以申请使用原业余无线电台呼号，但应当事先征得指配原业余无线电台呼号的无线电管理机构的书面同意。设置人应当在取得业余无线电台执照后一个月内，向指配原业余无线电台呼号的无线电管理机构备案。

## 第五章 监督检查

第三十七条 无线电管理机构应当对业余无线电台实施监督检查。业余无线电台设置人、使用人应当配合。

第三十八条 有下列情形之一的，核发业余无线电台执照的无线电管理机构或者其上级无线电管理机构可以撤销执照：

（一）对不具备申请资格或者不符合申请条件的申请人核发执照的；

（二）以欺骗、贿赂等不正当手段取得执照的；

（三）依法可以撤销执照的其他情形。

第三十九条 有下列情形之一的，核发业余无线电台执照的无线电管理机构应当注销执照：

（一）设置业余无线电台的个人死亡或者丧失行为能力的；

（二）业余无线电台执照有效期届满未延续的；

（三）设置业余无线电台的单位依法终止的；

（四）业余无线电台执照依法被撤销、吊销的。

## 第六章 法律责任

第四十条 有下列行为之一的，由无线电管理机构依照《中华人民共和国无线电管理条例》第四十三条的规定处罚：

（一）擅自设置、使用业余无线电台的；

（二）干扰无线电业务的；

（三）随意变更核定项目，发送和接收与业余业务和卫星业余业务无关的信号的。

第四十一条 有下列情形之一的，无线电管理机构应当依据职权责令限期改正，可以处警告或者三万元以下的罚款：

（一）涂改、仿制、伪造业余无线电台执照，或者倒卖、出租、出借及以其他形式非法转让业余无线电台执照的；

（二）盗用、出租、出借、转让、私自编制或者违法使用业余无线电台呼号的；

（三）违法使用业余无线电台造成严重后果的；

（四）以不正当手段取得业余无线电台执照的；

（五）不再具备设置或者使用业余无线电台条件而继续使用业余无线电台的；

（六）向负责监督检查的无线电管理机构隐瞒有关情况、提供虚假材料或者拒绝提供反映其活动情况的真实材料的；

（七）超出核定范围使用频率或者有其他违反频率管理有关规定的行为的。

## 第七章 附则

第四十二条 中华人民共和国境外的组织或者个人在境内设置、使用业余无线电台，其所在的国家或者地区与中华人民共和国签订相关协议的，按照协议办理；未签订相关协议的，按照本办法的规定办理。

第四十三条 本办法自 2013 年 1 月 1 日起施行。本办法施行前颁布的有关规定与本办法不一致的，按照本办法执行。

附录：

1.业余无线电台设置（变更）申请表

2.业余无线电台技术资料申报表

3.业余无线电台呼号说明

## 1 业余无线电台设置（变更）申请表

国无管表17

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ① 申请类别（必填） | | | | | | |
| 申请项目：□ 新设 □ 变更个人信息 □ 变更电台级别 □ 变更电台其他参数 | | | | | | |
| 台站种类：□ 一般 □ 特殊（请注明）________ | | | | □ 个人申请 □ 单位申请 | | |
| ② 申请主体信息（新设台需全部填写。变更申请带*号栏目必填，其余栏目仅需填入待变更的新信息） | | | | | | |
| 申请人或申请单位的业余无线电台技术负责人信息 | 姓 名* | | 性 别 | | 身份证号* | |
| | 民 族 | | 文化程度 | | 操作技术能力类别： 类 | |
| | 所持操作技术能力证明文件及编号 | | | | | |
| | 服务单位 | | | | 邮政编码 | |
| | 常住地址 | | | | 邮政编码 | |
| | 联系地址 | | | | 邮政编码 | |
| | 电子邮件 | | | | 传 真 | |
| | 单位电话 | | 住宅电话 | | 移动电话 | |
| 申请单位和其业余无线电台负责人信息 | 单位名称* | | | | 登记机关* | |
| | 单位地址 | | | | 机构代码* | |
| | 联系电话* | | | | 传 真 | |
| | 姓 名* | | 性 别 | | 身份证号* | |
| | 联系地址 | | | | 邮政编码 | |
| | 联系电话 | | | | 移动电话 | |
| | 电子邮件 | | | | | |
| 台站名称（如有） | | | | | | |
| ③ 设台情况（新设台需全部填写，变更申请仅在需变更栏目中填入新信息） | | | | | | |
| 拟通信范围 | □ 省、自治区、直辖市所辖范围内 □ 涉及两个以上的省、自治区、直辖市或者涉及境外 | | | | | |
| 设台地址 | | | | | 设台车牌号 | |
| 特殊台站说明 | | | | | 拟设电台类别： 类 | |
| 原指配呼号 | | | 原操作技术能力： 类 | | | |
| ④ 其他说明事项 | | | ⑤ 申请主体保证遵守本表背面的承诺条件并签章（必填） | | | |
| | | | 申请人签字或者申请单位公章：<br><br>年 月 日 | | | |

| |
|---|
| 审核备注（由申请受理机构填写）： |

2012年版 中华人民共和国工业和信息化部制

业余无线电台设置（变更）申请表填表说明

1.本申请表必须与设台申请人或者设台申请单位的业余无线电台负责人和技术负责人的身份证和委托书复印件（A4 纸）一起提交方为有效。

2.本表用于申请设置各类业余无线电台或者变更已设台址、频率功率等核定项目和其他必要的管理资料时使用。此表为申请表，应与《业余无线电台技术资料申报表》一并提交给申请受理机构。

3.申请设置特殊业余无线电台，应将特殊技术需求、特殊操作状态等填写在“特殊台站说明栏”内，或另附 A4 纸打印说明并由申请人签字或申请单位加盖公章。

申请人或者申请单位应保证遵守的承诺条件

1.本申请表中填写的所有内容真实、准确；

2.无线电台的发射频率、功率等技术指标符合国家有关无线电管理规定及技术标准。电台使用过程中，如对其他无线电台（站）或者系统造成有害干扰，本单位（或者本人）将及时予以消除；

3.无线电台的设置、使用符合国家城市规划、环境保护等相关规定；

4.在业余无线电业务和执照规定的范围内操作电台，并对自己的行为负责；

5.不传播国家法律、法规禁止的有害信息；

6.本单位（或者本人）如变更地址、名称、设台参数等信息或者准备注销电台，将按规定办理变更手续；

7.遵守国家无线电管理的其他规定。

## 2 业余无线电台技术资料申报表

国无管表19

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ① 申请类型 | | | | | | |
| ☐ 新设　　☐ 变更 | | 台站种类：☐ 一般　☐ 特殊（请注明）________ | | | | |
| ② 台站数据 | | | | | | |
| 业余无线电台呼号（如有） | | | | | | |
| 设台人信息 | 姓　名* | | | 身份证件号码* | | |
| 设台单位信息 | 单位名称* | | | | | |
| | 机构代码* | | | | | |
| 固定台天线馈电点海拔高度 | | m | 地理坐标 | 东经　° ′ ″ | | 北纬　° ′ ″ |
| ③ 新增或变更设备数据（新增需全部填写。变更申请仅需填入待变更的新信息） | | | | | | |
| 设备型号 | | | 生产厂家 | | | |
| 型号核准代码 | | | 出厂编号 | | | |
| 工作频段 | ☐HF以下 | ☐HF | ☐50MHz | ☐144MHz | ☐430MHz | ☐1240MHz及以上 |
| 最大发射功率 | W | W | W | W | W | W |
| 设备型号 | | | 生产厂家 | | | |
| 型号核准代码 | | | 出厂编号 | | | |
| 工作频段 | ☐HF以下 | ☐HF | ☐50MHz | ☐144MHz | ☐430MHz | ☐1240MHz及以上 |
| 最大发射功率 | W | W | W | W | W | W |
| 设备型号 | | | 生产厂家 | | | |
| 型号核准代码 | | | 出厂编号 | | | |
| 工作频段 | ☐HF以下 | ☐HF | ☐50MHz | ☐144MHz | ☐430MHz | ☐1240MHz及以上 |
| 最大发射功率 | W | W | W | W | W | W |
| ④ 停用设备数据 | | | | | | |
| 设备型号 | | 生产厂家 | | 出厂编号 | | |
| 设备型号 | | 生产厂家 | | 出厂编号 | | |
| 设备型号 | | 生产厂家 | | 出厂编号 | | |
| ⑤中继台数据 | | | | | | |
| 上行频率 | MHz | 下行频率 | MHz | 下行功率 | W | |
| ☐ 数字调制　☐ 模拟调制 | | 数字调制系统种类 | | 遥控措施种类 | | |

| | |
|---|---|
| 备注 | |

2012年版　　中华人民共和国工业和信息化部制

| ③ 新增或变更设备数据（续前页） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 设备型号 | | | | 生产厂家 | | |
| 型号核准代码 | | | 出厂编号 | | | |
| 工作频段 | □HF以下 | □HF | □50MHz | □144MHz | □430MHz | □1240MHz及以上 |
| 最大发射功率 | W | W | W | W | W | W |
| 设备型号 | | | 生产厂家 | | | |
| 型号核准代码 | | | 出厂编号 | | | |
| 工作频段 | □HF以下 | □HF | □50MHz | □144MHz | □430MHz | □1240MHz及以上 |
| 最大发射功率 | W | W | W | W | W | W |
| 设备型号 | | | 生产厂家 | | | |
| 型号核准代码 | | | 出厂编号 | | | |
| 工作频段 | □HF以下 | □HF | □50MHz | □144MHz | □430MHz | □1240MHz及以上 |
| 最大发射功率 | W | W | W | W | W | W |
| 设备型号 | | | 生产厂家 | | | |
| 型号核准代码 | | | 出厂编号 | | | |
| 工作频段 | □HF以下 | □HF | □50MHz | □144MHz | □430MHz | □1240MHz及以上 |
| 最大发射功率 | W | W | W | W | W | W |

| ④ 停用设备数据（续前页） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 设备型号 | | 生产厂家 | | 出厂编号 | |
| 设备型号 | | 生产厂家 | | 出厂编号 | |
| 设备型号 | | 生产厂家 | | 出厂编号 | |
| 设备型号 | | 生产厂家 | | 出厂编号 | |

业余无线电台技术资料申报表填表说明

1.本表用于除卫星业余业务空间业余无线电台外的所有业余无线电台。凡新设业余无线电台或变更已设台表中所核定项目时均应填写此表，并在“新设”或“变更”栏相应的“□”内填写“√”号。

2.“地理坐标”栏，系指该站所在地的地理经纬度，秒精确到小数点后一位，例如：东经 118°18′53.4″。

3.“工作频段”和“最大发射功率”栏，凡在该频段内具备发射能力的，则在相应的“□”内填写“√”号，并在对应的栏中填写最大发射功率。

4.“设备型号”栏，系指发信机或收发信机的设备型号，应与型号核准证中的设备型号一致。若为自制设备，请注明“自制设备”，并附完整的设备技术资料。

5.“型号核准代码”栏，系指无线电发射设备经过国家无线电管理机构型号核准后，获得的唯一代码。自制设备请注明“自制设备”。

6.如新增、变更或停用设备数据较多、表格正面填不下，可继续填写在反面的“③新增或变更设备数据（续前页）”和“④停用设备数据（续前页）”中。

## 3 业余无线电台呼号说明

1.业余无线电台呼号一般由四部分组成。第一部分为国际电信联盟分配给中华人民共和国的呼号前缀字母 B；第二部分为电台种类，由一位字母表示；第三部分为业余无线电台分区号，由一位数字表示；第四部分为用以区分不同业余无线电台的呼号后缀，由不超过四位的字母或者字母和数字的组合表示，其中最后一位应为字母。

2.业余无线电台呼号第二部分的字母由国家无线电管理机构负责分配。除 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、R、S、T、Y、Z 外的其他字母留作备用。业余信标台和空间业余

无线电台呼号的第二部分由字母 J 表示，业余中继台呼号的第二部分由字母 R 表示。

3.表 2 中未列入的双字母、三字母呼号后缀由国家无线电管理机构负责分配。一位、四位或者带有数字的呼号后缀留作备用。地方无线电管理机构不负责分配呼号后缀。

4.无线电通信业务缩略语 QOA～QUZ 及 SOS、XXX、TTT 等可能与遇险信号或类似性质的其他信号混淆的字母组合不用作呼号后缀。

5.BS7H 为黄岩岛业余无线电台呼号。

6.对只具备收信功能的业余无线电台，不指配业余无线电台呼号。

7.在他人设置的业余无线电台上进行发射操作时，应当使用所操作业余无线电台的呼号；已经取得业余无线电台执照的个人，可以使用“字母 B、操作地业余无线电台分区号、符号/、本人业余无线电台呼号”格式的呼号。

8.由国家无线电管理机构审批的业余无线电台在设台地以外的地点进行异地发射操作的，应当使用“字母 B、操作地业余无线电台分区号、符号/、本人业余无线电台的呼号”格式的呼号。

表 1 业余无线电台分区表

| | |
|---|---|
| 第 1 区 | 北京 |
| 第 2 区 | 黑龙江、吉林、辽宁 |
| 第 3 区 | 天津、内蒙古、河北、山西 |
| 第 4 区 | 上海、山东、江苏 |
| 第 5 区 | 浙江、江西、福建 |
| 第 6 区 | 安徽、河南、湖北 |
| 第 7 区 | 湖南、广东、广西、海南 |
| 第 8 区 | 四川、重庆、贵州、云南 |
| 第 9 区 | 陕西、甘肃、宁夏、青海 |
| 第 0 区 | 新疆、西藏 |

表 2 各省、自治区、直辖市业余无线电台呼号后缀分配表

| 地区 | 业余无线电台呼号后缀 | |
|---|---|---|
| 北 京 | AA～XZ | AAA～XZZ |
| 黑龙江 | AA～HZ | AAA～HZZ |
| 吉 林 | IA～PZ | IAA～PZZ |

续表

| 地区 | 业余无线电台呼号后缀 | |
|---|---|---|
| 辽　宁 | QA～XZ | QAA～XZZ |
| 天　津 | AA～FZ | AAA～FZZ |
| 内蒙古 | GA～LZ | GAA～LZZ |
| 河　北 | MA～RZ | MAA～RZZ |
| 山　西 | SA～XZ | SAA～XZZ |
| 上　海 | AA～HZ | AAA～HZZ |
| 山　东 | IA～PZ | IAA～PZZ |
| 江　苏 | QA～XZ | QAA～XZZ |
| 浙　江 | AA～HZ | AAA～HZZ |
| 江　西 | IA～PZ | IAA～PZZ |
| 福　建 | QA～XZ | QAA～XZZ |
| 安　徽 | AA～HZ | AAA～HZZ |
| 河　南 | IA～PZ | IAA～PZZ |
| 湖　北 | QA～XZ | QAA～XZZ |
| 湖　南 | AA～HZ | AAA～HZZ |
| 广　东 | IA～PZ | IAA～PZZ |
| 广　西 | QA～XZ | QAA～XZZ |
| 海　南 | YA～ZZ | YAA～ZZZ |
| 四　川 | AA～FZ | AAA～FZZ |
| 重　庆 | GA～LZ | GAA～LZZ |
| 贵　州 | MA～RZ | MAA～RZZ |
| 云　南 | SA～XZ | SAA～XZZ |
| 陕　西 | AA～FZ | AAA～FZZ |
| 甘　肃 | GA～LZ | GAA～LZZ |
| 宁　夏 | MA～RZ | MAA～RZZ |
| 青　海 | SA～XZ | SAA～XZZ |
| 新　疆 | AA～FZ | AAA～FZZ |
| 西　藏 | GA～LZ | GAA～LZZ |

## 附录 14 之（2）《中华人民共和国无线电管制规定》

(2010 年 8 月 31 日由国务院总理、中央军委主席签发的
“中华人民共和国国务院、中华人民共和国中央军委第 579 号令”发布)

第一条 为了保障无线电管制的有效实施，维护国家安全和社会公共利益，制定本规定。

第二条 本规定所称无线电管制，是指在特定时间和特定区域内，依法采取限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用，以及对特定的无线电频率实施技术阻断等措施，对无线电波的发射、辐射和传播实施的强制性管理。

第三条 根据维护国家安全、保障国家重大任务、处置重大突发事件等需要，国家可以实施无线电管制。

在全国范围内或者跨省、自治区、直辖市实施无线电管制，由国务院和中央军事委员会决定。

在省、自治区、直辖市范围内实施无线电管制，由省、自治区、直辖市人民政府和相关军区决定，并报国务院和中央军事委员会备案。

第四条 实施无线电管制，应当遵循科学筹划、合理实施的原则，最大限度地减轻无线电管制对国民经济和人民群众生产生活造成的影响。

第五条 国家无线电管理机构和军队电磁频谱管理机构，应当根据无线电管制需要，会同国务院有关部门，制定全国范围的无线电管制预案，报国务院和中央军事委员会批准。

省、自治区、直辖市无线电管理机构和军区电磁频谱管理机构，应当根据全国范围的无线电管制预案，会同省、自治区、直辖市人民政府有关部门，制定本区域的无线电管制预案，报省、自治区、直辖市人民政府和军区批准。

第六条 决定实施无线电管制的机关应当在开始实施无线电管制 10 日前发布无线电管制命令，明确无线电管制的区域、对象、起止时间、频率范围以及其他有关要求。但是，紧急情况下需要立即实施无线电管制的除外。

第七条 国务院和中央军事委员会决定在全国范围内或者跨省、自治区、直辖市实施无线电管制的，由国家无线电管理机构和军队电磁频谱管理机构会同国务院公安等有关部门组成无线电管制协调机构，负责无线电管制的组织、协调工作。

在省、自治区、直辖市范围内实施无线电管制的，由省、自治区、直辖市无线电管理机构和军区电磁频谱管理机构会同公安等有关部门组成无线电管制协调机构，负责无线电管制的组织、协调工作。

第八条 无线电管制协调机构应当根据无线电管制命令发布无线电管制指令。

国家无线电管理机构和军队电磁频谱管理机构，省、自治区、直辖市无线电管理机构和军区电磁频谱管理机构，依照无线电管制指令，根据各自的管理职责，可以采取下列无线电管制措施：

（一）对无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备进行清查、检测；

（二）对电磁环境进行监测，对无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用情况进行监督；

（三）采取电磁干扰等技术阻断措施；

（四）限制或者禁止无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的使用。

第九条 实施无线电管制期间，无线电管制区域内拥有、使用或者管理无线电台（站）、无线电发射设备和辐射无线电波的非无线电设备的单位或者个人，应当服从无线电管制命令和无线电管制指令。

第十条 实施无线电管制期间，有关地方人民政府，交通运输、铁路、广播电视、气象、

渔业、通信、电力等部门和单位，军队、武装警察部队的有关单位，应当协助国家无线电管理机构和军队电磁频谱管理机构或者省、自治区、直辖市无线电管理机构和军区电磁频谱管理机构实施无线电管制。

第十一条 无线电管制结束，决定实施无线电管制的机关应当及时发布无线电管制结束通告；无线电管制命令已经明确无线电管制终止时间的，可以不再发布无线电管制结束通告。

第十二条 违反无线电管制命令和无线电管制指令的，由国家无线电管理机构或者省、自治区、直辖市无线电管理机构责令改正；拒不改正的，可以关闭、查封、暂扣或者拆除相关设备；情节严重的，吊销无线电台（站）执照和无线电频率使用许可证；违反治安管理规定的，由公安机关依法给予处罚。

军队、武装警察部队的有关单位违反无线电管制命令和无线电管制指令的，由军队电磁频谱管理机构或者军区电磁频谱管理机构责令改正；情节严重的，依照中央军事委员会的有关规定，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员给予处分。

第十三条 本规定自 2010 年 11 月 1 日起施行。

## 附录 15 之（1） 工业和信息化部关于实施《业余无线电台管理办法》若干事项的通知

（工信部无[2013]43 号）

各省、自治区、直辖市无线电管理机构：

《业余无线电台管理办法》已于 2013 年 1 月 1 日起施行。为了做好业余无线电台管理工作，促进业余无线电活动健康有序发展，现将有关事项通知如下：

一、业余无线电台分为 A、B、C 三类进行管理。

（一）A 类业余无线电台可以在 30～3000MHz（兆赫兹）范围内的各业余业务和卫星业余业务频段内发射工作，且最大发射功率不大于 25W。

（二）B 类业余无线电台可以在各业余业务和卫星业余业务频段内发射工作，30MHz 以下频段最大发射功率不大于 100W，30MHz 以上频段最大发射功率不大于 25W。

（三）C 类业余无线电台可以在各业余业务和卫星业余业务频段内发射工作，30MHz 以下频段最大发射功率不大于 1000W，30MHz 以上频段最大发射功率不大于 25W。

二、设置、使用各类别业余无线电台，应当在以下几个方面具备相应的知识和操作技术能力：

（一）无线电管理相关法规；

（二）无线电通信方法；

（三）无线电系统原理；

（四）与业余无线电台有关的安全防护技术；

（五）电磁兼容技术以及射频干扰的预防和消除。

三、委托中国无线电协会负责各类别业余无线电台操作技术能力验证题库和验证办法的编制、验证的组织、对验证工作的技术指导，以及验证合格证明的印制和发放等工作。

各类别业余无线电台操作技术能力验证题库需经工业和信息化部审定后由中国无线电协会公布。

四、各省、自治区、直辖市无线电管理机构或其委托的机构负责组织对 A 类和 B 类业余无线电台所需操作技术能力进行验证，以及核发验证合格证明等工作。无线电管理机构可以根据需要，对业余无线电台操作技术能力证明持有人的操作技术能力进行复核。

五、委托中国无线电协会负责组织换发 2012 年 12 月 31 日前颁发的旧版《业余无线电台操作证书》。换发截止日期之前各等级旧版《业余无线电台操作证书》仍可作为设置、使用业余无线电台的操作技术能力证明。具体如下：

（一）四级《业余无线电台操作证书》可作为设置、使用 A 类业余无线电台的操作技术能力证明。

（二）二级、三级《业余无线电台操作证书》可作为设置、使用 B 类业余无线电台的操作技术能力证明。

（三）一级《业余无线电台操作证书》可作为设置、使用 C 类业余无线电台的操作技术能力证明。

六、委托设台地所属省、自治区、直辖市无线电管理机构负责审批除特殊业余无线电台以外的、通信范围涉及两个以上的省（自治区、直辖市）或者涉及境外的业余无线电台的设置，核发业余无线电台执照。

七、业余无线电台为试验特殊通信技术、需要临时超过本文件规定的发射功率等限值使用的，设台人或设台单位需事先向所在地无线电管理机构提出申请，并按照书面批准的时间、地点等限定条件使用。

八、接受培训的人员需要按照《业余无线电台管理办法》有关规定参加发射操作实习的，发射时不得超过 B 类业余无线电台所允许的发射功率限值和频率范围。

九、业余无线电台有多个长期设台地址的，应一并写入《业余无线电台设置（变更）申

报表》设台地址一栏。

《业余无线电台设置（变更）申请表》和《业余无线电台技术资料申报表》中特殊台站是指业余信标台、空间业余无线电台、特殊实验电台等特殊业余无线电台。

十、受理设置业余无线电台申请的无线电管理机构负责按照《中华人民共和国无线电频率划分规定》中有关规定，对申请使用的自制、改装、拼装的业余无线电发射设备的频率容限和杂散发射等射频指标进行检验，对已取得《中华人民共和国无线电发射设备型号核准证》的业余无线电台专用无线电发射设备视其状况进行检验。

十一、业余无线电台执照应当载明以下内容：

（一）执照编号；

（二）有效日期；

（三）业余无线电台为个人设置的，应载明设台人员及其身份证件号码；业余无线电台为单位设置的，应载明设台单位、组织机构代码、电台负责人和技术负责人及其身份证件号码；

（四）业余无线电台呼号；

（五）业余无线电台类别（A 类、B 类、C 类）；设置业余中继台或特殊业余无线电台的，应载明电台种类、工作频率和发射功率；

（六）使用区域（省、自治区、直辖市内或全国）；

（七）设备型号；

（八）设备出厂序号；

（九）核发单位；

（十）核发日期。

业余无线电台执照应当载明所核定使用的全部发射设备。发射设备多于一部时，可以附页的形式加盖核发单位印章，注明执照编号和业余无线电台呼号，作为业余无线电台执照附件。附页须与业余无线电台执照同时使用方为有效。

十二、按照《业余无线电台管理办法》第三十六条第三款的规定设置的业余无线电台不再使用而办理注销手续的，审批机构应通知原呼号所属地的无线电管理机构撤销备案。

十三、除特殊业余无线电台外，业余无线电台呼号第二部分的字母按照 G、H、I、D、A 的顺序使用，B、C、E、F、K、S、T、Y、Z 由工业和信息化部负责分配。

十四、委托中国无线电协会负责组织对业余无线电活动的工作指导。

十五、各级无线电管理机构应将办理业余无线电业务的办事程序等必要信息按有关规定向社会公开。鼓励采用网上受理等方式，提高行政审批效率。

特此通知。

中华人民共和国工业和信息化部

2013 年 2 月 4 日

## 附录 15 之（2） 《关于进一步明确和规范业余无线电台管理有关工作的通知》

（工无函[2014]24 号）

各省、自治区、直辖市无线电管理机构：

为促进业余无线电活动健康有序开展，进一步深入做好《业余无线电台管理办法》（以下简称《办法》）的贯彻实施工作，针对前期各地业余无线电管理工作中存在的问题，经研究，提出进一步明确和规范相关管理工作的意见。现就有关事项通知如下。

一、各地无线电管理机构应严格按照《办法》（工业和信息化部第 22 号令）和《工业和信息化部关于实施〈业余无线电管理办法〉若干事项的通知》（工信部无[2013]43 号）要求，高度重视，认真履职，按照行政许可工作的有关要求，切实做好业余无线电管理工作。

二、根据工作需要，各地无线电管理机构可通过购买服务等方式委托当地第三方机构，承担业余无线电台操作技术能力验证等有关工作。工作中，各地无线电管理机构应切实负起领导机关职责，加强对受委托机构的业务指导和监督管理，确保其依法依规开展工作，维护政府主管部门公信力和业余无线电爱好者合法权益。

三、各地无线电管理机构如确需制定地方性文件和相应的配套实施细则，应报工业和信息化部无线电管理局备案后实施。在制定地方性文件和实施细则时，应严格依据《办法》的有关规定和精神，不得擅自解释、拓展或改动；受委托的第三方机构不得向社会发布业余无线电台管理相关的“办法”“规定”“细则”等。

四、业余无线电台操作技术能力验证属于设置业余无线电台的条件之一，该项工作应严格按照《办法》及工信部无[2013]43 号文件执行。各地不得人为设定其他准入门槛，擅自增设申请设置业余电台的许可条件；不得以区分是否是某组织会员、是否参加某服务项目等理由为借口，给符合条件和标准的申请人设置障碍。

五、在组织业余无线电台操作技术能力验证工作中，严禁将培训与考试挂钩，强制或变相收取培训费，不得损害业余无线电爱好者的合法权益。

六、按照工信部无[2013]43 号文件规定，我部委托中国无线电协会负责统一印制的，由中国无线电协会和各地无线电管理机构发放的业余无线电台操作技术能力验证合格证明是申请设置和使用业余无线电台的资格凭证，全国范围内有效。

工业和信息化部无线电管理局

2014 年 3 月 10 日

抄送：中国无线电协会

## 附录 16 之（1） 业余无线电台操作技术能力验证暂行办法

(国无协[2013]1 号)

为做好业余无线电台管理配套服务工作，根据工业和信息化部《业余无线电台管理办法》（工业和信息化部令第 22 号）的有关规定并受工业和信息化部委托（工信部无[2013]43 号），制订各类别业余无线电台操作技术能力验证办法如下。

一、业余无线电台操作技术能力的验证考核通过闭卷考试等形式进行。验证合格证明为《中国无线电协会业余电台操作证书》（下简称《操作证书》），由中国无线电协会统一印制和编号。

二、申请人初次申请业余无线电台操作技术能力考核，须首先参加 A 类业余无线电台操作技术能力考试；取得 A 类《操作证书》六个月后可以申请参加 B 类操作技术能力考试；取得 B 类《操作证书》并且设置 B 类业余无线电台两年后，可以申请参加 C 类操作技术能力考试。

三、业余无线电台操作技术能力考试（以下简称考试）的试题由中国无线电协会的专用计算机程序从《业余无线电台操作技术能力考试题库》中随机提取。

四、受各省、自治区、直辖市无线电管理机构委托的业余无线电台操作技术能力验证考试机构（以下简称考试机构），以及按各地相应退出机制取消委托资格的考试机构，在中国无线电协会业余无线电工作委员会网站上予以公告。

五、考试机构应当事先公布年度考试计划以及参加考试报名时间、方式（报名地点或电子邮箱）、须提交的材料、费用及考试地点、方式等相关信息。

六、考试机构可以根据考场具体条件，选择计算机机考或纸面试卷中的一种作为考试方式。

七、申请人可以自行选择报考地点。

八、考试机构需为每场考试指定考试负责人，考试负责人负责考试验证工作的正常开展和考试的公正性。

九、中国无线电协会业余无线电工作委员会负责业余无线电台操作技术能力考试验证工作的技术指导。

中国无线电协会

二〇一三年二月二十七日

## 附录16之（2） 关于修订《各类别业余无线电台操作技术能力暂行验证考核标准》的通知

(国无协[2018] 13号)

为进一步做好业余无线电台管理配套服务工作,考虑到业余无线电台操作技术能力验证考核工作实施以来的实际情况，经工业和信息化部无线电管理局同意，对现行《各类别业余无线电台操作技术能力验证考核暂行标准》修订如下。

一、业余无线电台操作技术能力验证考核使用经工业和信息化部无线电管理局组织审定的题库，由中国无线电协会编制的专用考试程序形成随机试卷。

二、A类操作技术能力考试试卷共30题，答题时间不超过40分钟，答对25题（含）以上为合格；

B类操作技术能力考试试卷共50题，答题时间不超过60分钟，答对40题（含）以上为合格；

C类操作技术能力考试试卷共80题，答题时间不超过90分钟，答对60题（含）以上为合格。

本暂行标准自发布之日起施行，我会2013年11月15日发布的《各类别业余无线电台操作技术能力验证考核暂行标准》（国无协[2013]26号）同时废止。

中国无线电协会

2018年4月27日

## 附录 16 之（3） 业余无线电中继台信息填报注意事项

（CRAC 发表于 2015 年 04 月 03 日）

提交数据格式为：台址-省自治区直辖市，地市县，呼号，上行/下行频率（缺省为 MHz），工作模式及主要参数，电台执照编号。

希望各地设置或批准设置业余中继台的单位或机构及时向 CRAC 提供所设置或者所批准的业余中继台的主要信息，以便汇总公布。

为保证信息的准确性、避免无效的重复处理，CRAC 将仅接受由批准设台的业余无线电管理机构或者其委托的业余电台管理配套服务工作联络员从内部工作渠道提供的业余中继台信息，或者由设台申请人、设台单位设台时所申报的技术负责人通过电子邮件提交的业余中继台信息。设台申请人或申请单位提供信息时，必须附有清晰的业余中继台电台执照图像文件（jpg 格式）。其他来源的信息概不予汇总。不符合要求格式的信息也将不予汇总。

提交的业余中继台信息应存入一个.txt 文本文件，作为邮件的附件。邮件标题和.txt 信息文件的文件名前缀均应为：6 位提交日期（yymmdd）、省份、简体汉字“中继台信息”、中继台呼号的区号加后缀。如信息文件包含不止一个中继台的，多个呼号之间用短横“-”分隔。例如：

邮件标题：150327 浙江中继台信息 5AB-5AC-5AD-5AE

信息文件名：150327 浙江中继台信息 5AB-5AC-5AD-5AE.txt

设台申请人或申请单位提供信息时，所附的电台执照文件名的前缀格式同上，例如：

执照图像文件名：150327 浙江中继台信息 5AB.jpg

中继台信息的格式可参考上述浙江温州的信息。

中继台信息文件中每个中继台由一行中英文字符表示，其内容包括：台址-省自治区直辖市，台址-地市县，台址-具体地址，呼号，下行/上行频率（缺省为 MHz），工作模式及主要参数，电台执照编号。各数据项之间用逗号（英文或中文半角）分隔，一个数据项内部不得出现逗号，下行频率和上行频率之间用左斜线“/”分隔，工作频率及主要参数为使用中继台所必须了解的技术信息，如调制方式或数字制式、开启信令等。模拟调频中继台为 FM，如使用 CTCSS 静噪系统（哑音）的，必须在“/”后注明哑音频率，单位缺省为 Hz。数字中继台的参数暂用“数字-”、厂商或常用系统名称表示，如“数字-摩托罗拉”“数字-八重洲 C4FM”等。

# 附录 17　CRAC 业余频率使用及应急频点推荐规划

| 频段 | 通信方式 | 频率单位 | 频率范围 | 应急通信主控/共用呼叫频率 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 国内通信 | IARU R3 |
| 135kHz | CW/NB | kHz | 135.7～137.8 | — | — |
| 1.8MHz | CW | MHz | 1.800～2.000 | — | — |
| | RTTY DX窗口 | | 1.830～1.834 | | |
| | 无线电话 | | 1.840～2.000 | | |
| 3.5MHz | CW | MHz | 3.500～3.900 | 3.600 | 3.600 |
| | CW DX窗口 | | 3.500～3.510 | | |
| | 无线电话 | | 3.535～3.900 | | |
| | 无线电话DX窗口 | | 3.775～3.800 | | |
| 7MHz | CW | MHz | 7.000～7.025 | 7.030(CW/NB)<br>7.050(SSB) | 7.110 |
| | 窄带 | | 7.025～7.040 | | |
| | 无线电话 | | 7.030～7.200 | | |
| 10MHz | CW | MHz | 10.100～10.150 | 10.145(CW/NB) | — |
| | 窄带 | | 10.140～10.150 | | |
| 14MHz | CW | MHz | 14.000～14.350 | 14.050(CW/VB)<br>14.27 0(SSB) | 14.300 |
| | 窄带 | | 14.070～14.095（传统） | | |
| | | | 14.095～14.112（Packet等） | | |
| | 信标保护频带 | | 14.0995～14.1005 | | |
| | 无线电话 | | 14.100～14.350 | | |
| | SSTV推荐频率 | | 14.225～14.235 | | |
| 18MHz | CW | MHz | 18.068～18.168 | 18.160 | 18.160 |
| | 窄带 | | 18.100～18.110 | | |
| | 信标保护频带 | | 18.1095～18.1105 | | |
| | 无线电话 | | 18.110～18.168 | | |
| 21MHz | CW | MHz | 21.000～21.450 | 21.080(CW/NB)<br>21.40 0(SSB) | 21.360 |
| | 窄带 | | 21.070～21.125 | | |
| | 信标保护频带 | | 21.1495～21.1505 | | |
| | 无线电话 | | 21.125～21.450 | | |
| | SSTV推荐频率 | | 21.335～21.345 | | |
| 24MHz | CW | MHz | 24.890～24.990 | — | — |
| | 窄带 | | 24.920～24.930 | | |
| | 信标保护频带 | | 24.9295～29.9305 | | |
| | 无线电话 | | 24.930～24.990 | | |

续表

| 频段 | 通信方式 | 频率单位 | 频率范围 | 应急通信主控/共用呼叫频率 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 国内通信 | IARU R3 |
| 28MHz | CW | MHz | 28.000～29.700 | 28.080(CW/NB)<br>28.40 0(SSB)<br>29.60 0(FM) | — |
| | 窄带 | | 28.050～28.150 | | |
| | 信标保护频带 | | 27.700～28.700 | | |
| | 无线电话 | | 28.300～29.300 | | |
| | SSTV推荐频率 | | 28.675～28.685 | | |
| | 业余卫星 | | 29.300～29.510 | | |
| | 宽带 | | 29.510～29.700 | | |
| 50MHz | CW | MHz | 50.000～54.000 | — | — |
| | 信标保护频带 | | 50.050～50.100 | | |
| | CW、无线电话、窄带、宽带 | | 50.100～54.000 | | |
| 144MHz | EME | MHz | 144.000～144.035 | 145.000<br>本地中继频率<br>APRS频率 | — |
| | CW、无线电话、窄带、宽带 | | 144.035～145.800 | | |
| | 业余卫星 | | 145.800～146.000 | | |
| | 各种方式 | | 146.000～148.000 | | |
| 430MHz | CW、无线电话、窄带、宽带 | MHz | 430.000～431.900 | 435.000<br>本地中继频率<br>APRS频率 | — |
| | EME | | 431.900～432.240 | | |
| | CW、无线电话、窄带、宽带 | | 432.240～435.000 | | |
| | 业余卫星 | | 435.000～438.000 | | |
| | CW、无线电话、窄带、宽带 | | 438.000～439.000 | | |

**附录 18 之（1）　《内地业余无线电操作者逗留或到访香港特别行政区时申请业余电台牌照及操作授权证明的指引》**

**一、通则**

此指引特别为向内地的业余无线电操作者解释有关香港特别行政区（以下简称「香港」）的业余无线电服务以及如何申请香港的业余电台牌照和操作授权证明。

在香港拥有及使用无线电仪器均受香港《电信条例》（第 106 章）的规定所限制。业余无线电操作者如欲管有及操作业余电台，必须持有由电信管理局（「电讯局」）发出的业余电台牌照及「操作授权证明」。

香港电讯局认可由中华人民共和国信息产业部发出作业余服务的无线电台执照和由中国无线电运动协会颁发的个人业余无线电台操作证书。内地的业余无线电爱好者需同时持有由内地无线电管理机构发出作业余服务的有效无线电台执照和由中国无线电运动协会颁发的有效个人业余无线电台操作证书才可向电信局申请业余电台牌照和/或操作授权证明，以便合法在香港设置个人业余无线电台和操作业余无线电仪器。若访港人士只欲操作业余无线电器材，可只申请操作授权证明；若同时有意在港管有及设立业余电台，则需同时申请业余电台牌照。

该访港人士如继续留港超过操作授权证明和/或业余电台牌照的有效期，则可申请续发操作授权证明和/或业余电台牌照。

获发操作授权证明后，在香港停留短于一年者，可以在其内地的呼号前面加上「VR2/」以作在香港的呼号使用。如停留超过一年及持有香港身份证者，可重新向电信局申请在 VR2 系列内一个本地呼号使用。

**二、香港业余电台牌照**

香港业余电台牌照的操作权限载于附件 1。

持有内地个人业余无线电台操作证书（一级、二级和三级）的申请人，可获发给香港业余电台牌照和/或操作授权证明，以便在香港设置及操作如附件 1 的操作权限的业余电台。

持有内地个人业余无线电台操作证书（四级）的申请人，可获发给香港业余电台牌照和/或操作授权证明，但操作权限只限于附件 1 内 50.00～52.11MHz、144～146MHz 和 430.0～437.2MHz 的有关频带。

**三、怎样申请**

申请人须把下列文件邮递或以专人送交电讯局：

a.填妥的申请表（附件 2，该表格可于本局网页下载或于本局发牌组索取）；

b.申请人的内地居民身份证、往来港澳通行证（或其他旅游证件）和香港身份证（如领有）复印本；

c.申请人由信息产业部无线电管理局发出作业余服务的有效无线电台执照复印本，及由中国无线电运动协会发出的有效个人业余无线电台操作证书复印本；

d.所需的申请操作授权证明和/或业余电台牌照费用，可以现金或抬头为“电讯管理局”的划线支票缴付。

上述文件应送交：

香港　湾仔

皇后大道东 213 号

胡忠大厦 26 楼

电讯管理局发牌组

电话：＋852 2961 6772

传真：＋852 2180 9828

**四、牌照费用**

业余电台牌照有效期为 1 年，年费为港币 150 元。

操作授权证明的有效期为 5 年，费用为港币 160 元。

**五、进口业余无线电器材**

若访香港人士有意入口或出口业余无线电器材，必须事先向电讯局申请入口或出口许可证，否则有关器材可能被海关扣押。在申请出、入口许可证时，必须列明器材的详细数据，例如型号、牌子、频带、发射模式、编号、留港期间及附上出、入口许可证的指明费用。申请人应在器材运抵香港前确定它们可获发牌。若对许可证或发牌事宜有疑问，请联络发牌组[地址和电话记在第三段（d.）]。

**六、查询**

如对此指引有任何疑问，欢迎联络：

香港 湾仔

皇后大道东 213 号

胡忠大厦 36 楼

电讯管理局电讯监督〔支援服务〕

电话：＋852 2961 6603

传真：＋852 2803 5113

电邮：support_services@ofta.gov.hk

附件一：操作频率及功率限制［附录 18 之（2）］

附件二：内地居民来港申请业余电台牌照/操作授权证明表格［附录 18 之（3）］

## 附录 18 之（2） 香港业余电台牌照的操作权限——操作频率及功率限制

业余电台牌照 **Amateur Station Licence** 牌照号码 **Licence No.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | |
|---|---|---|---|---|
| 频带（兆赫）Frequency Bands In MHz | 频率划分 Frequency Allocation（见备注1）（See Note1） | 许可发射类别 Class of Emission Permitted（见备注2）（See Note2） | 最大功率（dBW）Maximum Power in dBW（见备注3）（See Note3） | |
| | | | 载波 carrier | 峰包功率 PEP |
| 1.8~2.0;3.5~3.9 | 主要，业余业务primary，Amateur service | | | |
| 7.0~7.1 | 主要，业余和卫星业余业务primary，Amateur and Amateur satellite service | | | |
| 10.1~10.15 | 次要，业余业务secondary，Amateur service | | | |
| 14.0~14.25 | 主要，业余和卫星业余业务primary，Amateur and Amateur satellite service | | | |
| 14.25~14.35 | 主要，业余业务primary，Amateur service | | | |
| 18.068~18.168 | 主要，业余和卫星业余业务primary，Amateur and Amateur satellite service | 穆尔斯电报 Morse<br>语音通信 Telephony | 20 | 26 |
| 21.0~21.45 | 主要，业余和卫星业余业务primary，Amateur and Amateur satellite service | | | |
| 24.89~24.99 | 主要，业余和卫星业余业务primary，Amateur and Amateur satellite service | | | |
| 28.0~29.7 | 主要，业余和卫星业余业务primary，Amateur and Amateur satellite service | | | |
| 50.00~51.50<br>52．025~52.11 | 主要，业余业务primary，Amateur service | 无线电电传印字机 RTTY<br>数据 Data<br>图文传真 Facsimile<br>慢扫描电视 SSTV | | |
| 144.0~146.0 | 主要，业余和卫星业余业务primary，Amateur and Amateur satellite service | | 14 (14/7*) | 20 |
| 430.0~431.0<br>435.0~436.0<br>437.0~437.2 | 次要，业余业务secondary，Amateur service<br>次要，业余和卫星业余业务secondary，Amateur and Amateur satellite service<br>次要，卫星业余业务secondary，Amateur satellite service | | 20(14/7*) | 26 |
| 5725~5850 | 次要，业余业务，使用者须接受工业，科学及医疗（工科医）使用者所产生的干扰 secondary，Amateur service，users must accept interference from ISM users | 电视及脉冲—只限于频率在5.725兆赫以上 | 6# | ... |
| 10450~10500 | 次要，业余和卫星业余业务secondary，Amateur and Amateur satellite service | | 7 | 13 |
| 24000~24250 | 次要，业余业务，使用者须接受工业，科学及医疗（工科医）使用者所产生的干扰 secondary，Amateur service，users must accept interference from ISM users | | | |
| 47000~47200 | 主要，业余和卫星业余业务primary，Amateur and Amateur satellite service | | 20 | 26 |
| 76000~77500 | 次要，业余和卫星业余业务 secondary，Amateur and Amateur satellite service | Television & Pulse-only for Frequency above 5.725 MHz | | |
| 77500~78000 | 主要，业余和卫星业余业务primary，Amateur and Amateur satellite service | | | |
| 78000~81000 | 次要，业余和卫星业余业务 secondary，Amateur and Amateur satellite service | | | |

*见备注 3（乙）See Note3（b） # 见备注 3（丙）See Note3（c）

### 附表 1 备注

### NOTES TO THE SCHEDULE 1

（1）频率划分

（甲）主要业务：在对任何其他认可的主要业务不构成干扰的条件下，一个频带可以划分给业余业务和/ 或卫星业余业务作主要业务之用。

（乙）次要业务：在下列条件下，一个频带可以划分给业余业务和/ 或卫星业余业务作次要业务之用：

（ⅰ）不得对已经指配或将来可能指配频率的主要业务或许可业务电台产生干扰。

（ⅱ）不得要求保护不受来自已经指配或将来可能指配频率的主要业务或许可业务电台的干扰。（丙）应急通信：遇有天灾时，非业余电台亦可使用划分作业余业务之用的 3.5、

7.0、10.1、14.0、18.0、21.0、24.8 及 144MHz 的频带，以配合灾区的国际应急通信需要。

（2）发射类别

根据国际电信联盟（国际电联）所出版的无线电规则，发射类别是以每组三个的字符加以标识。此处所界定的发射类型是根据第三个字符划分的。

（甲）连续载波（CW）：于主载波上以开/ 合键调幅方式并供人工收听接收的发射类别。

穆尔斯电报：采用任何以“A”作结的发射类别并供人工收听接收的穆尔斯电报技术。

语音通信：采用任何以“E”作结的发射类别的语音通信。

电视：采用任何以“F”作结的发射类别的电视。此类型只可在 1GHz 以上的频段中使用。

无线电电传印字机（RTTY）：采用任何以“B”作结的发射类别的自动接收的电报技术，包括使用国际电报电话咨询委员会的任何认可密码的电传印字机，以及供自动接收的穆尔斯报文。

数据：采用任何以“D”作结的发射类别的数据。无线电规则规定不同国家的业余电台互发讯息时，须使用明语。因此所有发射均只可使用国际电报电话咨询委员会的认可密码(使用明语）。

图文传真：采用任何以“C”作结的发射类别图文传真。

慢扫描电视：在窄带宽中采用任何以“F”作结的发射类别的电视。

（乙）同时采用以上任何发射类型的组合，例如电话技术和数据，以“W”作结的发射类别。

（丙）脉冲：采用任何以“P”作结的发射类别的脉冲。此类型只可在 1GHz 以上的频带中使用。

（3）功率

（甲）最大功率是指供应给天线的无线电射频功率。最大功率会以载波功率规定。对具有抑制、可变或减幅载波的发射，有关功率会在线性的情况下由峰包功率（p.e.p）决定。至于脉冲发射，平均功率不得超逾载波功率，而峰值功率则不得超逾为该频带所订定的 p.e.p。

（乙）144 至 146MHz 频带和 430 至 440MHz 的划分频带的移动操作，最大有效辐射功率限制为 14dBW。而手提式操作，限制为 7dBW。

（丙）5.725～5. 850GHz 频带的操作，最大等量全向辐射功率限制为 6dBW。

（丁）发射带宽必须可确保能最有效率地使用有关频谱：一般来说，带宽必须保持在科技及有关业务许可可容许的最低值。若使用带宽扩展技术，则必须采用符合有效率地使用频谱的最低频谱功率密度。不过，无论使用何种发射类别，所拟发射占用的带宽，须符合在认可频带以外不可超过其平均发射功率 1%的规定。这 1%不包括谐波和寄生发射所包含的功率。

附录 18 之（3） 《内地居民来港申请业余电台牌照/操作授权证明表格》

在填写此表格前，请先阅读以下附注和在电讯管理局网页上的「内地业余无线电操作者逗留或到访香港特别行政区时申请业余台牌照及操作授权证明指引」。

1. 此表格内所有有关项目均须详细填写。英文请用正楷书写，同时应在适当的方格内划上「√」号。每一次申请只能用一张表格。

2. 填妥的表格，应连同有关的文件正本，亲身交往香港湾仔皇后大道东213号胡忠大厦26字楼电讯管理局。如用邮寄申请，请附上有关证明文件复印本，并在信封上注明「内地居民来港申请业余台牌照/操作授权证明」。

3. 申请时间为星期一至五上午九时至下午十二时半及下午二时至下午五时，及星期六上午九时至正午十二时，公众假期休息。如有任何查询请电2961 6772。

4. 牌照费为港币壹佰伍拾元整。缴费时请用现金或抬头人为「电讯管理局」的划线支票。

5. 操作授权证明（ATO）将会发给合格申请人。签发费用为一百六十元，有效期为五年。

> 如在此表格中作虚构陈述，则本局可能会拒绝你的申请。
> 如在获电讯管理局局长发给牌照之前拥有、设立或使用任何无线电装备即属违法。

| 甲栏：申请人资料 | 本栏不必填写 For Official Use only |
|---|---|
| 1. 姓名（先生/女士）：________ ________<br>中文　英文-（姓氏先行） | 申请日期 Application Date:________ |
| 2. 中文电码：______ 3. 香港身份证号码（如有）：________ | 核对人员 Verified by:________ |
| 4. 内地居民身份证号码：________ | 呼号 Call Sign:________ |
| 5. 往来港澳通行证（或其他旅游证件）号码：________ | 牌照号码：License No.:________ |
| 6. 出生日期（日/月/年）：______/______/______ | 档案号码：File No.:________ |
| 7. 香港通讯地址：________ | 操作授权证号码 ATO No.:________ |
| 8. 内地通讯地址：________ | 收据号码 Receipt No.:________ |
| 9. 在香港设台地址：________ | 缴费日期 Payment Date:________ |
| 10. 电话号码：________ 11. 传真号码：________ | |
| 12. 电子邮件地址：________ | |

## 乙栏：监护人资料（如申请人未满十八岁） 注意：监护人必须年满十八岁

1. 监护人姓名（先生/女士*）

______________________ ______________________

中文 英文-姓氏先行

2. 中文电码：__________香港身份证号码（如有）：__________

3. 关系：__________监护人签名：__________日期：__________

如申请人未满十八岁，须呈交监护人的香港身份证（如有）复印本

*将不适用者删除

OFTAA2XX（03）

## 丙栏：申请类别

申请业余电台牌照及/或操作授权证明： □业余电台牌照 □操作授权证明

CRSA发出的个人业余电台操作证书号码：__________等级：__________

发证日期：__________有效期至：__________

国内业余无线电台执照号码：__________国内业余无线电台呼号：__________

签发日期：__________有效期至：__________

请附上有关证明文件的复印本

## 丁栏：选择

1. 呼号

停留香港超过一年的申请人，可选择香港呼号。

将会停留超过一年的证明__________（请提供证明文件的复印本）。

a. 内地申请人在香港使用的呼号形式如下：

在"VR2"后面加上由"U"至"Z"其中的一个英文字母和最后再由任何两个英文字母所组成。

b. 请填写三个你优先选择的呼号。如不填写，呼号将由电讯管理局编排。

第一选择：__________第二选择：__________第三选择：__________

2. 选择是否在操作授权证明印上香港身份证号码

你可自由选择是否在操作授权证明上印上香港身份证号码，该资料可被你所属的业余无线电会用作核对身份或其他有关联用途。操作授权证明须放在安全及可靠的地方。但须留意印在操作授权证明上的个人资料有可能会被其他无授权的人士意外地或用别的方法取得。如你在下面方格内作出不同意在操作授权证明上印上身份证号码的指示，或在下面方格内不作任何指示，操作授权证明上将不会显示你的香港身份证号码。

□ 操作授权证明印上香港身份证号码

□ 操作授权证明不要印上香港身份证号码

## 戊栏：申请人声明

致：电讯管理局总监

兹声明本人在此表格内所提供的资料均属真实及正确。

申请人签名：__________ 日期：__________

**本栏不必填写**

文书主任（收入）：

请收取

□ 业余电台牌照费一佰五十元HK$150

□ 操作授权证明费一佰六十元HK$160

__________

核准人员签名

## 所须文件

递交申请书时请一并附上以下文件

- ☐ 请出示你的香港身份证（如有）、内地居民身份证和旅游证件。
- ☐ 如申请人未满18岁，请出示你的监护人的香港身份证（如有）或内地居民身份证和旅游证件复印本。
- ☐ CRSA发出的个人业余无线电台操作证书。
- ☐ 国内业余无线电台执照。
- ☐ 应缴的牌照费用（请用现金或抬头人为「电讯管理局」的划线支票）。

## 申请人须知（补充资料）

1. 透过本表格提供个人资料，属自愿性质。若你没有提供足够资料，本局可能无法办理你的申请。
2. 你所填写的个人资料，将被电讯管理局用以处理你的申请。
3. 你在本申请表上所填写的个人资料，可能会披露给其他与评审申请有关的政府部门/机构。
4. 你有权要求查阅和改正你的个人资料。你查阅资料的权利包括取得本申请表上所载个人资料的复印本，唯索取这些资料时或须缴费。
5. 如对透过本申请表所收集的个人资料有疑问，包括如何提出查阅和改正个人资料的要求，请联络：

| | |
|---|---|
| 香港湾仔 | 电话：+852 2961 6752 |
| 皇后大道东213号 | 传真：+852 2803 5112 |
| 胡忠大厦29楼 | |
| 电讯管理局 | |
| [经办人：公共事务经理] | |

6. 请把你的操作授权证明放在安全及稳妥的地方。

## 附录 19 之（1） 《来访者业余无线电台临时操作证书》申请办法

（国无协[2013]3 号）

为方便境外业余无线电爱好者在我国境内临时操作业余无线电台、促进业余无线电爱好者之间的交流，根据工业和信息化部《业余无线电台管理办法》（工业和信息化部令第 22 号）的有关规定并受工业和信息化部委托（工信部无[2013]43 号），现就关于申请《来访者业余无线电台临时操作证书》（以下简称《临时证书》）的办法明确如下：

一、访问我国的境外业余无线电爱好者，在持有境外相关无线电主管部门颁发的有效业余无线电台操作资格证明，了解并承诺遵守我国境内相关管理规定的条件下，可以核发与本人操作资格相对应的《临时证书》。

二、《临时证书》仅作为持有人在我国境内业余无线电台临时操作的技术能力证明，不作为在我国境内设置业余无线电台的凭证。

三、中国无线电协会业余无线电工作委员会（以下简称 CRAC）负责通过邮箱（licensing@crac.org.cn）以电子方式受理《临时证书》申请。

四、申请《临时证书》需要提供下列资料：

（一）本人签署的申请函（中文或英文，pdf 或 jpg 格式）；

（二）来访者信息表：（中文或英文）：

含姓氏、名字、性别、出生日期、有效旅行证件名称、拟在境内停留的日期区间和拟操作地点、境内联络方式（如有），以及常用电子邮箱和其他联系方式（doc 或 txt 格式）等；

（三）本人有效旅行证件个人资料页以及入境签注页的复印件（pdf 或 jpg 格式，较长边分辨率不低于 1000 像素）；

（四）本人持有的境外相关无线电主管部门颁发的有效业余无线电台操作资格证明的复印件（pdf 或 jpg 格式，较长边分辨率不低于 1000 像素）；

（五）本人证件照片电子版（jpg 格式，较长边分辨率不低于 600 像素）。

（六）《遵守中华人民共和国无线电管理规定承诺书》（注：可从 CRAC 网站下载并本人签字）。

五、必要时，CRAC 可要求申请人补充提供相关的境外业余无线电台操作资格资料。

六、经核准颁发《临时证书》后，CRAC 以电子邮件方式通知申请人，并发出《临时证书》的电子版，其核发信息同时由 CRAC 网站公布。

七、不能及时到 CRAC 领取《临时证书》原件的，可以配合 CRAC 网站的核发信息使用其电子版的打印件。

八、申请人所在的国家或者地区与中华人民共和国签订相关协议的，按照协议办理。

中国无线电协会

2013 年 2 月 27 日

## 附录 19 之（2） 工业和信息化部关于香港特别行政区永久性居民在内地设置和使用业余无线电台有关事项的通告

（发布时间：2015 年 09 月 25 日）

为加强内地与香港特别行政区（以下简称香港）业余无线电爱好者的交流，满足香港业余无线电爱好者在内地操作业余电台的需要，现就香港永久性居民在内地设置和使用业余电台有关事项通告如下：

一、根据《中华人民共和国无线电管理条例》《业余无线电台管理办法》和《工业和信息化部关于实施“业余无线电台管理办法”若干事项的通知》等规定，在内地设置业余无线电台（以下简称业余电台）应当办理设台审批手续，取得业余电台执照；使用业余电台应当取得业余电台操作技术能力证明（以下简称操作证明）。

二、内地无线电管理机构认可由香港通讯事务管理局颁发的业余电台牌照。

三、持有香港通讯事务管理局颁发的业余电台牌照的香港永久性居民，可凭下列材料向中国无线电协会申请领取操作证明：

（一）本人的香港永久性居民身份证和往来内地通行证（或旅游证件等）的复印件；

（二）本人已填妥的《香港永久性居民来内地办理业余无线电台操作证明申请表》（见附件 1）；

（三）本人的香港业余电台牌照的复印件；

（四）本人的相片 1 张（37mm × 50mm）或电子相片。

按上述流程办理操作证明的，如满足核发条件，中国无线电协会将为其核发 B 类操作证明，有效期为 5 年。申请人可以通过邮寄方式办理操作证明。

四、取得操作证明的香港永久性居民在内地对既有业余电台进行操作期间，可以使用所操作业余电台的呼号，也可以使用“字母 B、操作地业余电台分区号、符号/、本人在香港业余电台呼号”作为呼号。发射频率及发射功率不得超越所操作业余电台及 B 类业余电台的相应范围。

五、持有内地操作证明的香港永久性居民，若申请在内地设置业余电台（业余信标台、空间业余无线电台等特殊业余无线电台除外），申请人持下列材料向拟设台地省、自治区、直辖市无线电管理机构申请领取业余电台执照：

（一）本人的香港永久性居民身份证，在内地逗留或工作居住的证明材料（港澳居民往来内地通行证等）；

（二）中国无线电协会出具的操作证明；

（三）本人已填妥的《业余无线电台设置（变更）申请表》和《业余无线电台技术资料申报表》（见附件）；

（四）本人的香港业余电台牌照。

按上述流程申请设置业余电台的，如满足核发条件，将由设台地省、自治区、直辖市无线电管理机构为其核发业余电台执照，有效期为 1 年。

六、香港永久性居民在内地连续居住或工作时间不满 1 年或者没有固定居所的，可以申请设置 A 类业余电台，办理电台执照后，使用格式为“字母 B、操作地业余电台分区号、符号/、本人在香港业余电台呼号”的电台呼号，不另指配 B 字头系列业余电台呼号。

七、香港永久性居民在内地连续居住或工作时间达到 1 年或以上，并有固定居所的（须提供相关证明），可以申请设置 B 类或 A 类业余电台，办理电台执照，可以使用格式为“字母 B、操作地业余电台分区号、符号/、本人在香港业余电台呼号”的电台呼号，也可以在申请设台时提交的“业余无线电台设置（变更）申请表”的“④其他说明事项”中注明“同时申请核配呼号”，申请核配符合设台地呼号组成规则的 B 字头系列业余电台呼号。

八、香港永久性居民拟携带供自用的业余无线电发射设备入境的，应按照有关规定向入

境地、居住地或拟设台地所属省、自治区、直辖市无线电管理机构办理进关审批手续。如发射设备已在香港通讯事务管理局颁发的业余电台牌照中列明，在内地办理业余电台执照时可以免检。

九、香港永久性居民在内地设置和使用业余电台的其他管理事项，按照《业余无线电台管理办法》等有关规定执行。

十、本通告自发布之日起执行，以往规定与本通告内容不一致的按本通告执行。如遇国家有关政策调整，将适时修订相关内容。

附件：

香港永久性居民来内地办理业余无线电台操作证明申请表.doc

业余无线电台设置（变更）申请表.doc，见本书附录 14 之（1）

业余无线电台技术资料申报表.doc，见本书附录 14 之（1）

## 附录 20　A 类业余电台操作证书考试内容提要

说明：本内容提要根据中国无线电协会业余无线电工作委员会（CRAC）所编《业余无线电台操作技术能力验证题库》中的 A 类操作技术能力验证题目整理而成。读者可从 CRAC 网站资料下载页面阅读和下载最新版本的《业余无线电台操作证书考试题库》电子版文本和《各类业余电台操作证书模拟考试程序》。为便于系统学习和理解考试内容，建议读者阅读以下参考材料。

（1）主要参考文件

《中华人民共和国无线电管理条例》（见附录 1）

《业余无线电台管理办法》（见附录 14 之（1））

《中华人民共和国无线电频率划分规定》（从无线电管理机构网站上查阅）

《中华人民共和国无线电管制规定》（见附录 14 之（2））

《关于实施〈业余无线电台管理办法〉若干事项的通知》（附录 15 之（1））

《关于进一步明确和规范业余无线电台管理有关工作的通知》（附录 15 之（2））

《业余无线电台操作技术能力验证暂行办法》（见附录 16 之（1））

《各类业余电台操作技术能力暂行验证标准》（附录 16 之（2））

《电磁辐射防护规定》（国家标准）

（2）主要参考资料

《业余无线电通信》（第四版），由人民邮电出版社出版发行

《中国业余无线电》（上册，技术篇・操作篇），由深圳出版发行集团公司和海天出版社出版发行

1.关于无线电管理体制和政策

（1）我国无线电管理的最高法律文件是《中华人民共和国无线电管理条例》，其立法机关是国务院和中央军委。

（2）我国业余无线电台管理的最高法律文件是《业余无线电台管理办法》，其立法机关是工业和信息化部。

（3）我国依法负责对业余无线电台实施监督管理的机构是国家无线电管理机构和地方无线电管理机构，其中《业余无线电台管理办法》所说的“地方无线电管理机构”指的是省、自治区、直辖市无线电管理机构。

（4）依据中华人民共和国物权法，无线电频谱资源属于国家所有，无线电频率的使用必须得到各级无线电管理机构的批准。

（5）依法设置的业余无线电台受国家法律保护。国家鼓励和支持业余无线电台开展无线电通信技术研究、普及活动以及突发重大自然灾害等紧急情况下的应急通信活动。

2.关于业余无线电业务定义

（1）无线电业余业务的定义及业余电台的法定用途是：供业余无线电爱好者自我训练、相互通信和技术研究。

（2）我国对无线电管理术语“业余业务”“卫星业余业务”和“业余无线电台”做出具体定义的法规文件是中华人民共和国无线电频率划分规定。

3.业务电台设置使用对象

（1）业余无线电台的设置使用对象是业余无线电爱好者，即经正式批准的、对无线电技术有兴趣的人，其兴趣纯系个人爱好而不涉及谋取利润。

（2）符合业余无线电爱好者基本条件的人群是：对无线电技术有兴趣并经无线电管理机构批准设置使用业余无线电台的人。

（3）个人提出设置使用业余无线电台申请，就是表示自己对无线电技术发生了兴趣，确认了自己在有关业余无线电台活动中的身份是业余无线电爱好者。

4.业余电台分类管理

（1）我国将业余电台分为 A、B、C 3 类，并对其实施分类管理。不同类别业余无线电台的主要区别在于：允许发射的频率范围和最大发射功率。

（2）A 类业余电台：可以在 30～3000MHz 范围内的各业余业务和卫星业余业务频段内发射工作，且最大发射功率不大于 25W；B 类业余电台：可以在各业余业务和卫星业余业务频段内发射工作，30MHz 以下频段最大发射功率不大于 100W，30MHz 以上频段最大发射功率不大于 25W；C 类业余电台：可以在各业余业务和卫星业余业务频段内发射工作，30MHz 以下频段最大发射功率不大于 1000W，30MHz 以上频段最大发射功率不大于 25W。

5.申请设置和使用业余电台的条件

（1）申请设置和使用业余电台的基本条件是：熟悉无线电管理规定、具备国家规定的操作技术能力、发射设备符合国家技术标准、法律和行政法规规定的其他条件；个人申请设置具有发信功能的业余无线电台的年龄条件是：年满十八周岁。

（2）独立操作具有发信功能业余无线电台的基本条件是：具备《业余无线电台操作证书》。操作业余无线电台不受年龄限制。

（3）申请设台基本条件中的“具备国家规定的操作技术能力”其标志为：取得相应操作技术能力证明，即中国无线电协会颁发的业余无线电台操作证书。

6.业余电台操作技术能力

（1）负责组织 A 类和 B 类业余无线电台所需操作技术能力的验证的机构是：国家无线电管理机构和地方无线电管理机构（或其委托单位）。

（2）各类业余无线电台操作技术能力证明文件是：中国无线电协会颁发的“业余无线电台操作证书”。

7.业余电台设台审批流程

（1）合法设置业余电台的必要步骤是：按《业余无线电台管理办法》的规定办理设置审批手续，并取得业余电台执照。

（2）申请设置使用配备有多台发射设备的业余无线电台，应该视为一个业余电台，指配一个电台呼号，但所有设备均应经过核定并将参数载入电台执照。

（3）个人申请设置业余无线电台应当提交的书面材料为《业余无线电台设置（变更）申请表》、《业余无线电台技术资料申报表》等两种表格，身份证和操作证书的原件、复印件。

（4）中继台、信标台、空间台和技术参数需要超出管理办法规定的电台属于特殊业余无线电台。

（5）申请设置特殊业余电台的办法需由地方无线电管理机构受理和初审后交国家无线电管理机构审批。

（6）负责受理设置业余无线电台申请的机构为：设台地地方无线电管理机构或其正式委托的代理受理服务机构。

（7）设置在省、自治区、直辖市范围内通信的业余无线电台，审批机构为：设台地的地方无线电管理机构；设置通信范围涉及两个以上的省、自治区、直辖市或者涉及境外的一般业余无线电台，审批机构是国家无线电管理机构或其委托的设台地的地方无线电管理机构。

（8）按照在省、自治区、直辖市范围内通信所申请设置的业余无线电台，如想要将通信范围扩大至涉及两个以上的省、自治区、直辖市或者涉及境外，或者要到设台地以外进行异地发射操作，须先向核发执照的无线电管理机构申请办理变更手续，按相关流程经国家无线电管理机构或其委托的设台地的地方无线电管理机构批准后，换发业余无线电台执照。

（9）业余无线电台执照有效期届满后需要继续使用的，应当在有效期届满一个月前向

核发执照的无线电管理机构申请办理延续手续。

（10）终止使用业余无线电台的，应当向下列机构申请注销执照：核发业余无线电台执照的无线电管理机构。

（11）经地方无线电管理机构批准设置的业余无线电台，设台地迁入其他省、自治区或者直辖市时，应先到原核发执照的无线电管理机构办理申请注销原业余无线电台，再到迁入地的地方无线电管理机构办理申请设置业余无线电台的手续。

（12）经国家无线电管理机构批准设置的业余无线电台，设台地迁入其他省、自治区或者直辖市时，应先到原核发执照的无线电管理机构申请办理注销手续，缴回原电台执照，领取国家无线电管理机构已批准设台的证明，凭证明到迁入地的地方无线电管理机构完成申请变更手续，领取新电台执照。

8.无线电发射设备技术指标

（1）业余电台的无线电发射设备应符合国家规定的频率容限、杂散发射最大允许功率电平。

（2）业余无线电台专用无线电发射设备的重要特征是发射频率不得超出业余频段。

（3）业余无线电台使用的发射设备必须符合的条件是：商品设备应当具备《无线电发射设备型号核准证》，自制、改装、拼装设备应通过国家相关技术标准的检测。

（4）对业余无线电台专用无线电发射设备进行型号核准的依据为国家《无线电频率划分规定》中有关无线电发射设备技术指标的规定，其发射频率必须满足的条件是发射频率不能超越业余业务或者卫星业余业务频段。

（5）频率容限是发射设备的重要指标，常用单位：百万分之几（或者赫兹）；杂散域发射功率是发射设备的重要指标，常用单位有：绝对功率 dBm、低于载波发射功率的分贝值 dBc、低于 PEP 发射功率的相对值 dB。

（6）辐射（radiation）是指任何源的能量流以无线电波的形式向外发出。闪电产生的电磁波干扰也是一种辐射。

（7）发射（emission）是指：由无线电发信电台产生的辐射或辐射产物。业余电台向周围发送的杂散产物也是一种发射。

（8）杂散发射是指必要带宽之外的一个或多个频率的发射，其发射电平可降低而不致影响相应信息的传输。如果一台发射机，工作频率为 145.000MHz，但在 435.000MHz 的频率上也有发射，这种发射就属于杂散发射。

9.无线电频率管理——原则

（1）业余无线电台使用的频率应当符合《中华人民共和国无线电频率划分规定》；业余无线电台在业余业务、卫星业余业务作为次要业务使用的频率或者与其他主要业务共同使用的频率上发射操作时，应注意遵守无线电管理机构对该频率的使用规定。

（2）业余无线电台在无线电管理机构核准其使用的频段内享有平等的频率使用权。

（3）“划分”频率是指在无线电管理中，由国家将某个特定的频带列入频率划分表，规定该频带可在指定的条件下供业余业务或者卫星业余业务使用的过程。

（4）“分配”频率是指在无线电管理中，将无线电频率或频道规定由一个或多个部门，在指定的区域内供地面或空间无线电通信业务在指定条件下使用的过程。

（5）“指配”频率是指在无线电管理中，将无线电频率或频道批准给具体的业余无线电台在规定条件下使用的过程。

(6) 在频率划分表中，一个频带被标明划分给多种业务时，这些业务被分别规定为“主要业务”和“次要业务”。

（7）当业余业务和卫星业余业务在一个频带中规定为“次要业务”时，业余无线电台应该遵循的规则是不得对主要业务电台产生有害干扰，不得对来自主要业务电台的有害干扰

提出保护要求，但可要求保护不受来自同一业务或其他次要业务电台的有害干扰。

10.无线电频率管理——常识和业余无线电频率

（1）VHF 段的频率范围是 30 到 300MHz；UHF 段的频率范围是 300 到 3000MHz；HF 段的频率范围是 3 到 30MHz。

（2）我国分配给业余业务和卫星业余业务专用的频段有：7MHz、14MHz、21MHz、28MHz、47GHz 频段。

（3）我国分配给业余业务和卫星业余业务与其他业务共用、并且业余业务和卫星业余业务作为主要业务的 VHF 和 UHF 频段有：50MHz、144MHz。

（4）我国分配给业余业务和卫星业余业务与其他业务共用、并且业余业务和卫星业余业务作为次要业务的 1200MHz 以下频段有：135.7kHz、10.1MHz、430MHz。

（5）俗称 2m 业余波段的频率范围为 144～148MHz；其中 144～146MHz 的唯一主要业务为业余业务和卫星业余业务，146～148MHz 为次要业务。

（6）俗称的 0.7m 业余波段的频率范围为 430～440MHz，业余业务和卫星业余业务的使用状态分别为次要业务。

（7）在我国和多数其他国家的频率分配中，业余业务在 430-440MHz 频段中作为次要业务与其他业务共用。这个频段中我国分配的主要业务是无线电定位和航空无线电导航。

（8）VHF 业余无线电台在 144MHz 频段进行本地联络时应避免占用的频率为：144～144.035MHz 和 145.8～146MHz。

（9）UHF 业余无线电台在 430MHz 频段进行本地联络时应避免占用的频率为：431.9～432.240MHz 和 435～438MHz。

（10）145.8MHz 至 146MHz、435MHz 至 438MHz、430MHz 业余频段是留给业余卫星通信使用的，语音及其他通信方式不应占用。

11.监督检查处罚

（1）业余无线电台设置使用人应当接受无线电管理机构或者其委托单位的对业余无线电台及其使用情况的监督检查。

（2）对擅自设置、使用业余无线电台的单位或个人，国家无线电管理机构或者地方无线电管理机构可以根据其具体情况给予警告、查封或者没收设备、没收非法所得；情节严重的，可以并处一千元以上，五千元以下的罚款。

（3）业余电台干扰无线电业务的，或业余电台随意变更核定项目、发送和接收与业余无线电无关的信号的，国家无线电管理机构或者地方无线电管理机构可以根据其具体情况给予设置业余无线电台的单位或个人警告、查封或者没收设备、没收非法所得；情节严重的，可以并处一千元以上，五千元以下的罚款。

（4）超出核定范围使用频率或者有其他违反频率管理有关规定的行为的，无线电管理机构可以根据其具体情况给予设置业余无线电台的单位或个人将责令其限期改正，可以处警告或者三万元以下的罚款。

（5）对涂改、仿制、伪造、倒卖、出租、出借业余无线电台执照，或者以其他形式非法转让业余无线电台执照的；或以不正当手段取得业余无线电台执照的；对向负责监督检查的无线电管理机构隐瞒有关情况、提供虚假材料或者拒绝提供反映其活动情况的真实材料的，无线电管理机构将责令限期改正，可以处警告或者三万元以下的罚款。

（6）对违法使用业余无线电台造成严重后果的，无线电管理机构将责令限期改正，可以处警告或者三万元以下的罚款。

（7）根据《中华人民共和国刑法》违反国家规定，擅自设置、使用无线电台（站），或者擅自占用频率，经责令停止使用后拒不停止使用，干扰无线电通信正常进行，造成严重后果的，可被判犯扰乱无线电通信管理秩序罪，处三年以下有期徒刑、拘役或者管制，并处

或者单处罚金。

12.无线电管制

（1）定义：无线电管制是指在特定时间和特定区域内依法采取的对无线电波的发射、辐射和传播实施的强制性管理。

（2）在特定时间和特定区域内实施无线电管制时，与业余无线电有关的管理措施包括：限制或者禁止业余无线电台（站）的使用，以及对特定的无线电频率实施技术阻断等。

（3）决定实施无线电管制的机构：在全国范围内或者跨省、自治区、直辖市实施，由国务院和中央军事委员会决定；在省、自治区、直辖市范围内实施，由省、自治区、直辖市人民政府和相关军区决定。

（4）违反无线电管制命令和无线电管制指令的，由国家无线电管理机构或者省、自治区、直辖市无线电管理机构处理；违反治安管理规定者由公安机关处理。

（5）业余电台违反无线电管制命令和无线电管制指令的，可以依法规受到下列处罚：责令改正；拒不改正的，关闭、查封、暂扣或者拆除相关设备；情节严重的，吊销电台执照；违反治安管理规定的，由公安机关处罚。

13.业余电台呼号

（1）业余无线电台呼号的指配流程是：无线电管理机构核发业余无线电台执照时，同时指配业余无线电台呼号。

（2）各地业余无线电台呼号前缀字母和后缀字符的可用范围由国家无线电管理机构编制和分配。

（3）无线电管理机构已经为申请人指配业余无线电台呼号后，不再另行指配其他业余无线电台呼号，爱好者也不可以申请另行指配业余无线电台呼号。

（4）业余无线电爱好者不可要求设台地所在地方无线电管理机构给予指配超出业已分配给该地方的前缀字母和后缀字符可用范围的业余无线电台呼号；特殊业余无线电台呼号只能由国家无线电管理机构指配。

（5）正确使用业余无线电台呼号的办法是：应当在每次通信建立及结束时，主动报出本台呼号，在发射过程中至少每 10 分钟报出本台呼号一次；对于通信对方，也应使用对方电台的呼号加以标识。这里的“呼号”是指完整的电台呼号。

（6）某业余无线电爱好者，自己所设置的业余无线电台呼号为 BH1ZZZ，现在把业余电台带往设台地以外的地点进行发射操作，这种操作称为“异地发射操作”，应在本台呼号前面加上字母 B、操作地分区号和符号“/”。如 BH1AAA 把电台带到西安去使用，则本台呼号应该为 B9/BH1AAA。

（7）如果自己所设置的业余无线电台呼号为 BH1ZZZ，现在到 BH3YYY 作客并在该台进行发射操作，这种发射操作称为“客席发射操作”，这时该爱好者可以使用 BH3YYY 或者 B3/BH1ZZZ 呼号。

（8）设台地迁入其他省、自治区或者直辖市时，业余电台呼号的指配方法为：由设台人选择：方法一，注销原电台呼号，指配迁入地的新电台呼号；方法二，申请在迁入地继续指配原来的电台呼号。

（9）设台地迁入其他省、自治区或者直辖市时，如果申请继续指配原来的电台呼号，应该先到原核发执照的无线电管理机构申请办理注销手续，缴回原电台执照，取得由迁入地指配原业余无线电台呼号的书面同意，再到迁入地的地方无线电管理机构办理相应的手续、重新指配原电台呼号，领取新的电台执照。

（10）迁入其他省、自治区并办妥了由迁入地无线电管理机构指配使用原电台呼号手续后，应按照“异地发射操作”的要求使用原电台呼号。如 BH1ZZZ 由北京迁入河北省后，该台在日常通信时应使用呼号 B3/BH1ZZZ。

14.业余电台的使用

（1）业余无线电台的通信对象应当限于业余无线电台。在业余无线电台中转发广播电台、互联网聊天、电话通话、其他电台的联络信号，或在业余专用频率上听到出自非业余电台的人为干扰发射而按下话筒向该发射者宣传无线电管理法规知识的做法都属错误行为。

（2）“未经核发业余无线电台执照的无线电管理机构批准，业余无线电台不得以任何方式进行广播或者发射通播性质的信号”的规定，在未得到相应无线电管理机构的批准时播发公益性通知和技术训练讲座的行为属违法行为。

（3）业余无线电台在通信过程中，任何时候都应当使用明语及业余无线电领域公认的缩略语和简语。

（4）业余无线电台实验新的编码、调制方式、数字通信协议或者交换尚未公开格式的数据文件，正确做法是：事先尽可能采取各种办法向信号可能覆盖范围内的业余无线电爱好者公开有关技术细节，并提交给核发其业余无线电台执照的地方无线电管理机构。

（5）由国家无线电管理机构审批的业余无线电台在设台地以外的地点进行异地发射操作时，应该注意既要符合业余电台执照所核定的各项参数约束，又要遵守操作所在地的地方无线电管理机构的相关规定。

（6）已经获得《业余电台操作证书》但还没有获准设置自己的业余电台的人可以到其他业余电台进行发射操作，使用所操作业余电台的呼号，由该业余电台的设台人对操作不妥而造成的有害干扰负责。

（7）尚未考得《业余电台操作证书》的人在接受业余电台培训中实习发射操作应遵守的条件是：必须已接受法规等基础培训、必须由电台负责人现场辅导、必须在执照核定范围以及国家规定的操作权限内、进行短时间体验性发射操作实习。

（8）业余无线电台设置人应对其无线电发射设备担负的法定责任为：应当确保其无线电发射设备处于正常工作状态，避免对其他无线电业务造成有害干扰。

（9）业余无线电爱好者不得接收和发射与业余业务和卫星业余业务无关的信号。

（10）国家禁止利用业余无线电台从事发布、传播违反法律或者公共道德的信息的行为，严禁利用业余无线电台从事商业或者其他营利活动，严禁阻碍其他无线电台通信。

（11）为确保业余无线电活动有序开展，不影响整个社会的无线电通信的安全和有效及人员生命财产安全，业余无线电台设置、使用人负有加强自律的法定责任。

（12）国际电联规定的确定发射电台辐射功率的原则是发射电台只应辐射为保证满意服务所必要的功率。

（13）业余电台通信在受到违法电台或者不明电台的有害干扰时，正确的做法是：不予理睬，收集有关信息并向无线电管理机构举报。

（14）按照我国规定，购置使用公众对讲机不需取得批准。但业余无线电台不能用于与公众对讲机通信。

15.业余无线电应急通信

只有在突发重大自然灾害等紧急情况下，业余无线电台才可以和非业余无线电台进行规定内容的通信。通信内容应限于与抢险救灾直接相关的紧急事务或者应急救援相关部门交办的任务。

16.业余电台日志和 QSL 卡片

（1）法规和国际业余无线电惯例要求业余电台日志记载的必要基本内容是：通信日期（DATE）、通信时间（TIME）、通信频率（FREQ）、通信模式（MODE）、对方呼号（CALL）、双方信号报告（RST）。

（2）迫切需要方卡回寄卡片时，应直接向对方地址邮寄卡片并附加 SASE。

（3）不是作为联络或收听证明而交换 QSL 卡片时，应填上“Eye ball QSO”等有关说

明，不应赠送空白卡片。

17.业余中继台

（1）业余中继台的设置和技术参数等应符合国家以及设台地的地方无线电管理机构的规定。

（2）业余中继台必备的技术措施为设专人负责监控和管理工作，配备有效的遥控手段，保证造成有害干扰时及时停止发射。

（3）业余中继台应向其覆盖区域内的所有业余无线电台提供平等的服务，并将使用业余中继台所需的各项技术参数公开。

（4）选择 144MHz 或 430MHz 业余模拟调频中继台同频段收发频差的原则是：采用业余无线电标准频差，即 144MHz 频段 600kHz，430MHz 频段 5MHz。

（5）使用业余中继台的原则是：除必要的短暂通信外，应保持业余中继台具有足够的空闲时间，以便随时响应突发灾害应急呼叫。

（6）想要在中继上呼叫另一个电台的呼号，正确做法是：呼叫对方的呼号，并报出自己的呼号。

18.业余电台通信程序

（1）业余电台在发起呼叫前不可缺少的操作步骤是：先守听一段时间，再询问“有人使用频率吗”，以确保没有其他电台正在使用频率。

（2）业余电台在发射调试信号进行发射功率和天线驻波比等检查时必须注意先将频率设置到无人使用的空闲频率、偏离常用的热点频率。

（3）呼叫 CQ 的意思是非特指地呼叫任何一部电台。

（4）业余电台 BH1ZZZ 用语音发起 CQ 呼叫的正确格式为：CQ、CQ、CQ，BH1ZZZ 呼叫，Bravo Hotel One Zulu Zulu Zulu 呼叫，BH1ZZZ 呼叫，听到请回答。

（5）业余电台 BH1ZZZ 用英语呼叫 BH8YYY 的正确格式为：Bravo Hotel Eight Yankee Yankee Yankee，Bravo Hotel Eight Yankee Yankee Yankee，Bravo Hotel Eight Yankee Yankee Yankee.This is Bravo Hotel One Zulu Zulu Zulu. Bravo Hotel One Zulu Zulu Zulu, Bravo Hotel One Zulu Zulu Zulu is calling. I’m standing by.

（6）希望加入两个电台正在通信中的谈话，正确的方法为：在双方对话的间隙，短暂发射一次“Break in！”或“插入！”，如得到响应，再说明本台呼号“***请求插入”，等对方正式表示邀请后，方能加入。

（7）回答一个 CQ 呼叫的正确做法是先报出对方的呼号，再报出自己的呼号。

（8）业余电台之间进行通信，本台呼号、对方呼号、信号报告是必须相互正确发送和接收的信息。

19.业余电台最常用 Q 简语及其表达的意思

QRZ 谁在呼叫我

QRM 我遇到他台干扰

QRN 我遇到天电干扰

QSL 我给你收据（QSL 卡片）、我已收妥

QTH×××× 我的电台位置是××××

20.业余电台最常用缩语及其代表的意思

ANT（天线），ARDF（业余无线电测向），FREQ（频率），GND（地线，地面），OM（老朋友），RIG（电台设备），RCVR、RX（收信机），TX、XMTR（发信机），XCVR（收发信机），WX（天气），73（向对方的致意、美好的祝愿），Roger（明白）

21.天线知识

常用的天线种类及其缩写有：

偶极天线（DP），垂直接地天线（GP），定向天线（BEAM），

八木天线（YAGI），垂直天线（VER）

22.业余无线电通信的时间表示法

（1）已知北京时间，相应的 UTC 时间应为：北京时间的小时数减 8，如小时数小于 0，则小时数加 24，日期改为前一天。

（2）已知 UTC 时间，相应的北京时间应为：UTC 时间的小时数加 8，如小时数大于 24，则小时数减 24，日期改为后一天。

23.业余无线电分区

（1）我国所属的“CQ 分区”有 23、24、27；我国所属的“ITU 分区”有 33、42、43、44、50。

（2）业余无线电通信常用一个由一串字母和数字组成的“网格定位”来确定地理位置。

（3）业余无线电常用梅登海德网格定位系统（Maidenhead Grid Square Locator）表示网格定位。这是一种根据经纬度坐标对地球表面进行网格划分和命名，用以标示地理位置的系统。业余无线电通信常用的梅登海德网格定位系统网格名称的格式为：4 字符（2 个字母和 2 位数字）或 6 字符（2 个字母和 2 位数字再加 2 个字母）。

（4）梅登海德网格定位系统网格名称的长度是 4 字符或 6 字符，两者定位精度不同，差别为：两者网格大小不同，4 字符网格为经度 2 度和纬度 1 度，6 字符网格为经度 5 分和纬度 2.5；4 字符网格精确到国家分区，6 字符网格精确到国家的城市或县乡；4 字符网格根据国际呼号系列区分，6 字符网格在 4 字符基础上加以经纬度细分。

24.无线电系统原理——基本数学和计量

（1）基本单位

电流的单位：安（培）

电压的单位：伏（特）

电阻的单位：欧（姆）

电功率的单位：瓦（特）

（2）无线电技术常用计量

无线电常用度量单位的词头 K 的意义为：10＾3（表示 10 的 3 次方）；

m 的意义为：10＾-3（表示 10 的负 3 次方）；

M 的意义为：10＾6（表示 10 的 6 次方）；

μ的意义为：10＾-6（表示 10 的负 6 次方）；

G 的意义为：10＾9（表示 10 的 9 次方）；

n 的意义为：10＾-9（表示 10 的负 9 次方）；

T 的意义为：10＾12（表示 10 的 12 次方）；

p 的意义为：10＾-12（表示 10 的负 12 次方）

（3）音频所指的频率范围大致是：16Hz～20kHz。

（4）5W 可以表示为 37dBm，0.25W 可以表示为 54dBμ，0.4kW 可以表示为 86dBμ。

25.无线电系统原理——基本电学和电路

（1）电源两端电压的方向是从电源的正极到负极。

（2）直流电路欧姆定律是说：流过电阻的电流 I，与两端的电压 U 成正比，与阻值 R 成反比。

（3）峰-峰值为 100V 的正弦交流电压，其有效值电压约为 35.4V；其平均值电压为 0。

（4）峰值为 100V 的正弦交流电压，其有效值电压约为 70.7V；其平均值电压为 0。

（5）相位差通常用来描述两个或多个同频率正弦信号之间的时间滞后或超前关系。

（6）电源（或信号源）内阻对电路的影响是使电源（或信号源）的实际输出电压降低。

（7）电阻元件的“额定功率”参数是指该元件正常工作时所能承受的最大功率。

（8）频率可以用来描述交流电每秒改变方向的次数。

（9）只向一个方向流动的电流叫作直流。

（10）电能消耗的速率称为电功率。

26.无线电系统原理——通信系统

（1）接收天线系统的作用是把空间的有用电磁波转换为射频电压电流信号，发射天线的作用是把无线电发射机输出的射频信号电流转换为空间的电磁波。

（2）可以组成完整无线电接收系统的功能部件组合是接收天线、解调器、输出部件。保证业余无线电通信接收机优良接收能力的主要因素是良好的抗干扰能力，足够高的灵敏度，尽量低的本机噪声和信号失真。

（3）可以组成完整无线电发信系统的功能部件组合是射频振荡器、调制器、发射天线。

（4）无线电发射机调制部件的作用是以原始信号控制射频信号的幅度、频率、相位参数。

（5）无线电干扰中不属于有害干扰的是：符合国家或国际上规定的干扰允许值和共用标准的干扰。

（6）一个频率为 F 的简单正弦波信号的频谱包含频率为 F 的一个频率分量，或者说，只包含一个频率分量的信号是简单正弦波。

（7）在整个频谱内具有连续的均匀频率分量的信号是单个无限窄脉冲。

（8）包含多个频率分量的信号通过滤波器会发生频率失真现象。

（9）无线电发射机的效率是指输出到天线系统的信号功率与发射机所消耗的电源功率之比。业余无线电发射机的效率总是明显低于 1。所损耗的那部分能量绝大部分转化为热量，极小部分转化为无用信号的电磁辐射。

（10）接收机灵敏度指标数值大小所反映的意义是灵敏度指标数值越小，接收最小信号的能力越强。

（11）接收机“选择性”表述了接收机区分不同信号的能力；“接收机过载”通常是指输入信号过于强大，以致导致机内产生附加干扰。

（12）收信机静噪灵敏度是指能够使静噪电路退出静噪状态的射频信号最小输入电平。

（13）调频发射机在发射的语音信号上附加一个人耳听不到的低频音频，用来打开接收机的静噪。这一技术的常用名词是 CTCSS。

（14）“衰减”和“衰落”是无线电通信技术中常用的名词。其中“衰减”是指信号通过信道或电路后功率减少，“衰落”是指信号通过信道或电路后发生幅度随时间而起伏。

（15）无线电发信机在无调制情况下，在一个射频周期内供给天线馈线的平均功率称为载波功率。

（16）业余无线电通信最常用的 3 种基本调制方法是：幅度调制（调幅）、频率调制（调频）、相位调制（调相），其缩写分别为 AM、FM 和 PM。

（17）最容易用来表达和解释模拟 FM 调制原理的是频谱图，一个 FM 语音信号在频谱仪上显示为一条固定的垂直线，左右伴随一组对称的随语音出现和变化的垂直线。

（18）用通常的调频方式进行语音通信，必要带宽约为 6.25kHz。对于给定的 FM 发射设备，决定其射频输出信号实际占用带宽的因素是所传输信号的最高频率越高、幅度越大，射频输出占用带宽越宽。其中，被调制信号的幅度决定了 FM 信号的频偏。

（19）SSB 单边带语音调制常被用于长距离弱信号的 VHF 或 UHF 联络；FM 调制方式被 VHF 和 UHF 业余电台本地通信所广泛使用。

（20）在给业余收发信机供电的整流电源中，由于开关电源中变压器的工作频率高得

多，可以缩小磁性材料截面和减少线圈匝数，从而可以做得比变压器直接降压整流的线性电源轻巧。

27.无线电系统原理——天线

（1）由半波长偶极天线和馈电电缆构成的天馈系统，理想的工作状态是天线上只有驻波，馈线上只有行波。

（2）通常把垂直偶极天线或者垂直接地天线称为“全向天线”，是因为它们在水平方向没有指向性，但在立体空间有方向性。

（3）在零仰角附近具有主辐射瓣的垂直接地天线，其振子的长度应为 1/4 波长的奇数倍。振子电气长度为 1/4 波长的垂直接地天线的最大辐射方向为：在水平方向没有指向性，在垂直方向指向水平面。

（4）垂直接地天线（GP）的构造为电气长度为 1/4 波长的垂直振子加一个“接地”反射体，因其简单而被大量应用于手持和车载业余电台，但这种天线的实际工作情况往往与理论值相差较大，尤其在频率较低的频段。最常见的原因和改善办法是：缺乏有效的接地反射体。GP 天线必须有足够大的接地反射体来形成振子镜像，否则谐振频率和阻抗都将与理论值有显著偏差，应尽量用大面积金属体与天线的接地端直接连接。

（5）天线增益是指天线在最大辐射方向上的辐射功率密度与相同条件下基准天线的辐射功率密度之比；或相对于参考天线，在某一方向上信号强度的增加。

（6）以 dBi 为单位的增益指标其意义为：“相对于无方向性点源天线的增益”，即最大辐射方向上的辐射功率密度与理想点源天线的辐射功率密度之比。

（7）以 dBd 为单位的增益指标其意义为：“相对于半波长偶极子天线的增益”，即最大辐射方向上的辐射功率密度与半波长偶极振子的最大辐射功率密度之比。

（8）商品天线如果使用以 dB 为单位的增益指标时，由于种表达没有说清楚计算增益所采用的比较基准，所以缺乏实际意义。

（9）天线增益指标实例：两款 VHF 垂直全向天线，用作发射。甲天线增益 4.5dBd，乙天线增益为 5.85dBi，它们在远处某接收天线中形成的信号功率差为甲信号比乙信号强 0.8dB；同样的天线，甲天线增益 2.9dBd，乙天线增益为 5.85dBi，它们在远处某接收天线中形成的信号功率差为乙信号比甲信号强 0.8dB。

（10）多数手持电台使用的“橡皮天线”相对于全尺寸天线，其发射和接收效率较低。

28.无线电系统原理——馈线

（1）射频同轴电缆在业余电台中的主要用处是将无线电信号从发射机传送到天线。

（2）在为业余电台选购射频电缆作为天线馈线时，最重要的两项电气参数是特性阻抗和工作频率下单位长度的传输功率损耗。

（3）在业余无线电通信中，“驻波比”通常用来衡量负载与传输线的匹配质量。当天线与馈线完美匹配时，在驻波表中显示的驻波比是 1：1。

（4）馈线中的功率损耗会变成热量。在使用同轴电缆连接天线时，为使能量更有效率地传送、减少损耗，最好有一个较低的驻波比。

（5）在电缆外面套铁氧体磁环可以减少在音频同轴电缆屏蔽层外皮中的感应射频电流。

（6）假负载的主要作用是在测试设备时不让无线电信号真正地发射出去。

（7）导致同轴电缆损害的最常见的原因是电缆受潮，所以我们要求同轴电缆的外皮能抵挡紫外线，以尽量避免电缆的外皮被紫外线破坏而使水分渗入。

（8）和固体电介质同轴电缆相比，空气电介质同轴电缆的劣势是它要采取特别的手段来防止水分进入电缆。

（9）业余无线电普遍使用的同轴电缆的特性阻抗是 50 欧姆。

（10）因为同轴电缆使用方便，与周围环境之间的相互影响小，所以在业余无线电界使用同轴电缆比较多。

（11）通过同轴电缆的信号频率越高，产生的损耗越高。

（12）对于 400MHz 以上的信号，通常会使用 N 型同轴电缆连接器。

（13）天线与馈线的连接头接触不良有可能导致驻波比读数不稳定。

（14）空气介质同轴硬电缆在 VHF 和 UHF 频段的损耗最小。

29.无线电系统原理——无线电波

（1）在空间中传播的电磁波，一般被叫无线电波。无线电波由电场和磁场两个组成部分，在无线电工程文章中常用 RF 来代表各种类型的无线电波。

无线电波的传播速度和光速一样，在真空中的速度大致为 3×108m/s。也可表述为无线电波在自由空间中的速度约为 300000000 m/s（每秒 30 万 km）。

（2）在一个周期内，电磁波走过一定的距离，这个距离叫作波长。电磁波频率和波长的关系是，如果频率增加，则波长变短。在已知电磁波频率的情况下，用 300 除以频率的兆赫数（MHz）可以得到以 m 为单位的波长。

（3）电波在天线导线中的传播速度大约是真空波速的 0.95 倍，常用业余频段的电波在同轴电缆中的传播速度大约是真空波速的 0.65 倍。

（4）无线电波在自由空间中的传播路径损耗与距离的平方成正比，与频率的平方成正比。

（5）无线电波按传播方式主要有地面波、天波、空间波、散射波等种类。

（6）地波是沿地面传播的无线电波，其衰减因子取决于电波频率、地面导电率和传播距离。

（7）决定超短波视距传播距离极限的主要因素是发射天线和接收天线离地面的相对高度值。

（8）突发 E 电离层反射有可能使你能收到从上千千米以外的距离传播过来的 VHF 信号。

（9）由于多径传播，各路径到达的信号相位延迟不同而产生互相干涉，会造成在相距不远的两点接收同一个远方信号，信号强度发生很大差别，且差别随两点间距离的增大呈周期性变化。

（10）多径效应会造成直射和经地面反射等多条路径到达的电波相位不同，互相叠加或抵消造成衰落，出现即使在空旷平地，接收到的本地 VHF/UHF 信号强度也可能会随着接收位置的移动而发生变化的现象。多径传播可能使 UHF 波段或 VHF 波段数据通信的误码率增大。

（11）直立天线的发射的电磁波电场垂直于地面。

（12）VHF 和 UHF 信号均属于非电离辐射。

30.无线电系统原理——与电台操作有关的常识

（1）收发信机面板上或设置菜单中常见符号及其代表功能：

VOX——发信机声控，接入后将根据对话筒有无语音输入的判别自动控制收发转换；

PTT——按键发射，有信号（一般为对地接通）时发射机由等待转为发射；

SQL——静噪控制，检测到接收信号低于一定电平时关断音频输出。（可在没有信号的情况下关闭音频输出，使其不会输出噪声）；

NFM——窄带调频方式，适用于信道带宽 25kHz/12.5kHz 的通信信号；

WFM——宽带调频方式，适用于接收信道带宽 180kHz 左右的广播信号；

DTM——双音多频编码，由 8 个音调频率中的两个频率组合成的控制信号，代表 16 种状态之一，用于遥控和传输数字等简单字符；

CTCSS——亚音调静噪，即从 67～250.3Hz 的 38 个亚音调频率中选取一个作为选通信号，代表 38 种状态之一，接收机没有收到特定的选通信号时自动关闭音频输出；

“全频偏”和“半频偏”选择-分别表示信道间隔为 25kHz 或者 12.5kHz；

LED——发光二极管；

LCD——液晶显示器。

（2）对调频信号进行解调的过程称为鉴频。因为鉴频输出大小只取决于射频信号的频偏，而且正常信号的幅度会被限幅电路切齐到同样大小，所以在 FM 语音通信时单凭接收机听到对方语音的音量大小并不能准确判断对方信号的强弱。

（3）调频接收机没有接收到信号时，会输出强烈的噪声。这种噪声是由天线背景噪声和机内电路噪声的随机频率变化经鉴频形成，其大小与天线接收到的背景噪声幅度无关。

（4）用设置在 NFM 方式的对讲机接收 WFM 信号虽然可以听到信号，但当调制信号幅度较大、音调较高时会发生明显非线性失真。而用设置在 WFM 方式的对讲机接收 NFM 信号，其效果是可以正常听到信号，但声音比较小。

（5）如果业余中继台发射机被断断续续的干扰信号所启动，夹杂着不清楚的语音，根据覆盖区内其他业余电台的监听，确定中继台上行频率并没有电台工作。则有可能是中继台附近的两个其他发射机的强信号在中继台上行频率造成了互调干扰。

（6）业余电台在进行业余卫星通信时使用超过常规要求的发射功率，造成的结果是过强的上行信号会使卫星转发器压低对其他信道的转发功率，严重影响别人通信，所以必须反对。

（7）电台的电源电压不足、所处的位置不好和发射频率不准确，都有可能使你的调频电台发射的信号听起来失真严重、可辨度差。

31.无线电系统原理——实用电气和无线电知识

（1）在实际应用有，电压表应并联至电路中，电流表通常串联至电路中。

（2）大致判断一个干电池是否已经失效，应该使用万用电表的电压挡；用电压表检查一节干电池两端电压，未使用时测得 1.5V 左右，用旧后测得 1.2V 左右，表明该旧干电池的电动势为 1.5V。一个新的干电池的标称电压是 1.5V。移动车载电台通常使用的电源电压约为 12V。

（3）欧姆表用来测量电阻。测量一个元件是否短路，应该使用万用电表的电阻挡。用电阻挡试图测量电压有可能损坏万用表。

（4）通信或家用设备的劣质开关电源会造成对无线电接收机的电磁干扰，其源头主要是开关电路的谐波辐射。

（5）家用微波炉一般的工作频带是 UHF（特高频）。

（6）熔断器可以在电路电流严重过载时保护电路不受损坏；耳机可以用来代替普通的扬声器，使在嘈杂的环境中能更好地抄收信号。

（7）碱性电池、镍镉电池、铅酸电池和锂离子电池都不能充电。

（8）整流器可以把交变电流变成变化的直流；变压器常被用来把 220V 的市电转换成更低电压交流电。

（9）利用无线电测向技术可以用来定位无线电噪声源或者恶意干扰源。

（10）人们常用将蓄电池连接与汽车的蓄电池并联，并且发动汽车的办法在电网停电的状况下给一个 12V 的铅酸蓄电池充电。

32.安全防护技术

（1）防雷装置的作用是防止雷电危害。传统防雷装置的主要由接闪器（避雷针）、引下线、接地体等部分组成。

（2）防雷接地的作用是把接闪器引入的雷击电流有效地泄入大地。

（3）对防雷接地基本要求是：要有单独的接地体，接地电阻要小，接闪器到接地体之间的引下线应尽量短而粗。

（4）单支避雷针的保护范围大致为以避雷针为顶点的 45°圆锥体以内空间。

（5）安全电压是指不致使人直接致死或致残的电压。一般环境条件下允许持续接触的“安全特低电压”上限为 24V。

（6）触及裸露的射频导线时，与触及相同电压的直流或 50Hz 交流导线相比，对人身安全影响的大致差别是致死危险性下降，但皮肤容易灼伤。

（7）如遇设备、电线或者电源引起失火，正确的处置方法是立即切断电源，使用二氧化碳灭火器灭火。

（8）必须带电检修由市电供电的无线电设备时，应做到：双脚与地绝缘，单手操作，另一只手不触摸机壳等任何与电路设备有关的金属物品。

（9）当两手分别接触电压有效值相同但频率不同的电路两端时，对人体生命安全威胁由大到小的排序为：工频交流电、HF 射频交流电、UHF 射频交流电。

（10）电路中的保险丝可以起到过载时切断电路的作用。把较小熔断电流的保险丝擅自换成大熔断电流保险丝是错误的，这样做有可能造成在过大的电流时不能切断电路甚至可能导致火灾。

（11）防止设备外壳带电危险的措施包括：将所有的交流供电设备全部连接至一个安全地线、安装漏电保护断路器、所有使用交流供电的设备的电源线都使用带有单独保护地线端的三线插头等措施。

（12）在为同轴电缆馈线安装避雷器时应当注意要将所有避雷器的地线接到同一个金属板上，然后将这个金属板接到室外的接地极。

（13）如果通风不良，有爆炸风险的气体会聚集是常规的 12V 酸铅蓄电池潜在的危险。如果铅酸蓄电池的充电和放电进行得过快会，电池可能会过热，甚至释放出可燃气体并有可能引起爆炸。

（14）检修时应注意，设备电源拔掉电源线以后，满高电压的电容器仍可能造成电击。

（15）在自制由 220V 交流供电的设备时，必要的安全措施是在交流电源入口火线端串联安装保险丝。

## 附录 21 在轨业余卫星状态表

（报告时间：2020 年 9 月 16—21 日）

## AMSAT Live OSCAR Satellite Status Page

This web page was created to give a single global reference point for all users in the Amateur Satellite Service to show the most up-to-date status of all satellites as actually reported in real time by users around the world. Please help others and keep it current every time you access a bird.

Transponder/Repeater active | Telemetry/Beacon only | No signal | Conflicting reports | ISS Crew (Voice) Active

| Name | Sep 21 | Sep 20 | Sep 19 | Sep 18 | Sep 17 | Sep 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BHUTAN-1 | | | | | | |
| CubeBel-1 | | | | | | |
| CUTE-1 | | | | | | |
| MAYA-1 | | | | | | |
| UiTMSAT-1 | | | | | | |
| BY70-2 | | | | | | |
| LilacSat-2 | | | | | | |
| FS-3 | | | | | | |
| UWE-3 | | | | | | |
| [B]_AO-7 | | | | | | |
| AO-92_L/V | | | | | | |
| AO-92_U/V | | | | | | |
| AO-95_L/V | | | | | | |
| AO-95_U/V | | | | | | |
| TO-108 | | | | | | |
| [B]_UO-11 | | | | | | |
| LO-19 | | | | | | |
| AO-27 | | | | | | |
| FO-29 | | | | | | |
| XW-2A | | | | | | |
| XW-2B | | | | | | |
| XW-2C | | | | | | |
| XW-2D | | | | | | |
| XW-2E | | | | | | |
| XW-2F | | | | | | |
| CAS-2T | | | | | | |
| RS-44 | | | | | | |
| CAS-4A | | | | | | |
| CAS-4B | | | | | | |
| SO-50 | | | | | | |
| AO-73 | | | | | | |
| AO-85 | | | | | | |
| IO-86 | | | | | | |
| LO-87 | | | | | | |
| EO-88 | | | | | | |
| AO-91 | | | | | | |
| JO-97 | | | | | | |
| FO-99 | | | | | | |
| Delfi-C3 | | | | | | |
| ISS-FM | | | | | | |
| NO-84_Digi | | | | | | |
| NO-104[UHF | | | | | | |
| XI-IV | | | | | | |
| PO-101[FM] | | | | | | |
| QO-100_NB | | | | | | |
| NO-104[APR | | | | | | |
| DSTAR1 | | | | | | |
| ISS-DATA | | | | | | |
| ISS-SSTV | | | | | | |

Hover mouse over number for more data. Satellites do not appear if they have no data available.

编者注：本图表来源 AMSAT 网站。

# 附录 22 我国岛屿的 IOTA 编号表

| 岛组编号及呼号前缀 | 岛组名（岛名） | 纬度（北纬） | 经度（东经） |
|---|---|---|---|
| AS-158 BY2 | 辽宁东部组<br>长山列岛（包括大长山、广鹿、海洋、小长山等岛）、大鹿、大山、大王家、石城列岛、小鹿、小王家（均位于辽东半岛以东） | 38°40～39°50N | 121°10～124°10E |
| AS-151 BY2 | 辽宁西部组<br>菊花、东西蚂蚁、猪岛（均位于半岛以西，分界线在半岛端东经121°10） | 38°40～40°55N | 119°50～122°16E |
| AS-134 BY3 | 河北/天津组<br>三河、石臼砣 | 38°16～39°59N | 117°33～119°50E |
| AS-160 BY4 | 山东西北组<br>芙蓉 | 37°09～38°18N | 117°50～120°00E |
| AS-146 BY4 | 山东东北组<br>庙岛群岛（北长山、北隍城、长岛、大黑山、大秦、庙岛、南隍城、砣矶、小秦）（庙岛群岛又称长山列岛） | 37°00～38°27N | 120°00～122°45E |
| AS-150 BY4 | 山东南部组<br>长门岩、朝莲、大公、灵山、前里沿、苏山 | 35°04～37°00N | 119°18～122°36E |
| AS-135 BY4 | 江苏组<br>秦山岛、前三岛（平岛、车牛山岛、达山岛）、东西连岛 | 31°40～35°04N | 119°11～121°56E |
| AS-136 BY4 | 上海组<br>长兴、崇明、横沙 | 30°43～31°52N | 121°19～121°56E |
| AS-137 BY5 | 浙江北部组<br>白山、菊山列岛、奇衢列岛、嵊泗列岛、檀头山、檀序山、王嶓山、舟山群岛 | 29°00～30°55N | 120°20～123°00E |
| AS-141 BY5 | 浙江南部组<br>半面山、北关、北矶山、北龙山、赤头山、大门、东矶山、洞头、高岛、平头山、南矶山、霓屿、皮山、缺二呑、三栓山、台州列岛、头门山、一江山、屿山列岛、七星（27°07N浙江管辖） | 27°08～29°00N | 120°27～122°15E |
| AS-138 BY5 | 福建组<br>湖屿、大练、大嵛山、东乡、浮鹰、鹭鸶屿、南定、南日、平潭、四双列岛、台山列岛、五渠屿、兄弟屿、西阳 | 23°30～27°08N | 117°11～120°45E |
| AS-129 BY7 | 广东东部组<br>北尖、担杆、南澳、大趾足、三门列岛、外伶仃、南平岛（117°19E广东管辖） | 21°42～23°42N | 113°51～117°11E |
| AS-131 BY7 | 广东西部组<br>大横琴、大金、大门、大万山、高栏、桂山、荷包、黄茅、菊澳、罗豆山、南澎、内伶仃、牛头、三灶、上川、下川、五柱洲 | 20°12～22°45N | 109°35～113°51E |
| AS-139 BY7 | 广西组<br>涠洲、斜阳 | 20°12～21°40N | 108°00～109°46E |

| 岛组编号及呼号前缀 | 岛组名（岛名） | 纬度（北纬） | 经度（东经） |
|---|---|---|---|
| AS-094 BY7 | 海南组（海南岛）<br>大舟、海南、齐洲列岛 | 18°00～20°12N | 108°30～111°30E |
| AS-143 BY7 | 海南组（西沙群岛）<br>（包括永兴岛） | 15°00～17°30N | 111°00～113°00E |
| AS-116 BS7 | 黄岩岛 | 15°04～15°10N | 117°45～117°55E |
| AS-051 BY7 | 南沙群岛 | 06°00～12°00N | 111°00～117°00 E |
| AS-006 VR2 | 香港组<br>（仅限香港本岛及附属岛屿，QSL卡片上必须表明是在岛上操作或有相关说明） | 22°07～22°34N | 113°49～114°25E |
| AS-075 XX9 | 澳门组<br>（仅限路环岛、凼仔岛，QSL卡片上必须表明是在岛上操作或有相关说明） | 22°04～22°16N | 113°32～113°40E |
| AS-020 BV | （a）台湾岛<br>[主岛及其沿海岛屿，但属下列（b）～（f）的岛组者除外] | 21°50～25°21N | 120°00～122°00E |
| AS-155 BV | （b）台湾沿海岛屿（小兰屿、花瓶屿、龟山岛、兰屿、小琉球、绿岛、棉花屿、彭佳屿、基隆屿） | 21°35～25°55N | 119°55～122°15E |
| AS-103 BV | （c）澎湖列岛（七梅屿、吉贝屿、花屿、东吉屿、西吉屿、猫屿、白沙岛、澎湖岛、渔翁岛、草屿、望安岛、将军澳屿） | 23°08～23°48N | 119°15～119°45E |
| AS-102 BV | （d）金门岛 | 24°21～24°31N | 118°12～118°36E |
| AS-113 BV | （e）马祖岛 | 25°56～26°25N | 119°55～120°38E |
| AS-110 BQ9 | （f）东沙群岛 | 20°35～20°50N | 116°35～116°55E |
| *AS-NEW B | 钓鱼岛<br>钓鱼岛、黄尾屿、赤尾屿及附属岛屿 | 25°40～26°00N | 123°25～124°40E |

注：*尚未取得岛组编号。

## 附录23 业余无线电测向机的设计与制作

一、对测向机电路的一般要求

本附录中“测向机”均指专门用于业余无线电测向活动、天线系统具有良好方向特性、便携且易于在运动中操控的无线电接收设备。

根据国际业余无线电联盟（IARU）制定的业余无线电测向规则，测向机接收频率范围应包含 3.5～3.6MHz 和 144～146MHz 两个不同的业余频率段。3.5MHz 波段（即 80m 波段）测向机工作于 CW 等幅电报模式，144MHz 波段（即 2m 波段）测向机工作于 AM 调幅模式。

测向机的输出终端应能清晰表示所收信号的强弱变化。目前国内外测向机均以音频输出为基本方式，人们主要通过耳机中音量大小来判断信号的变化。也有辅以指针式或液晶显示的仪表指示，目的是在接近发射机时放大器饱和或人耳对大音量变化趋于迟钝时，仍可通过仪表指示观察到信号强度的变化。

测向机接收灵敏度可根据实际需要设计，市售产品分“短距离”和“长距离”两类。短距离测向机适用于与电台相距不过千米的“短距离测向”，灵敏度在数十微伏级即可，长距离测向机适用于寻找发射功率不足 2W、相距 5km 或更远的电台信号的长距离测向，接收灵敏度要达到微伏级。

对于选择性的要求，短距离测向同时有 11 个电台连续发信，其中 3.5MHz 波段测向电台之间最小频率间隔为 10kHz，144MHz 波段电台频率间隔为 100kHz。3.5MHz 发射的是单频率电报信号，要做到能够清晰分辨不是很难。而国内 144MHz 测向电台发射的是键控方波音频调制信号，杂散发射和频带宽度指标都不高，为能在电台附近大场强信号下仍能清晰分辨不同电台，对测向机中频滤波器性能的要求还是比较高的。

测向机电路与一般收信机最大的不同是对增益控制的特殊要求。测向过程同时也是接收信号由弱到强的过程，人们通过同一点位上信号强弱变化来判断所找电台的方位，通过移动过程中信号增强的程度和变化率来估计与电台间的距离。一般收信机均采用 AGC 自动增益控制或限幅电路来避免过载和保持输出恒定，但对于测向机而言则是不可取的。所以，测向机电路均需设置手动增益控制电路，以保证测向机在接近电台过程中输出信号不饱和不限幅，操作者还可以通过手动增益衰减量来判断与电台之间的距离。为便于操作，测向机通常通过一个旋钮同时控制高放和中放级增益，用于长距离测向的测向机一般还增加一个简单分段式 ATT 开关。

二、3.5MHz 测向机天线

1.环形天线

使用环形天线的测向机外观如图 1（a）和图 1（b）所示。图 1（a）中将环形天线安装在测向机的顶部是较为经典的做法。由于这种结构的整机尺寸较大，在测向过程中为了能使环平面朝向前方，手腕需持续保持弯曲，容易疲劳，所以限制了环形天线测向机的推广应用。图 1（b）将环形天线安装在测向机的侧面，在不增加测向机总体长度的情况下可以将天线环做得更大、效率更高，使用起来也更加顺手。图 2 展示了环形天线的基本结构。

环形铝管不仅起着支撑天线线圈的作用，同时也是测向天线特需的杂散电场屏蔽层。圆环须留有 1mm 左右的缝隙，如短路则天线失效，缝隙过大会影响方向性。环形铝管用外径 8mm、壁厚 1mm 铝管制作，线圈用 0.07×15 多股纱包漆包线穿绕。从原理上讲，线圈直径越大、圈数越多，天线效率越高，但尺寸过大使用不方便，圈数则受电感量和分布电容的限制无法增加。图 1（a）所示的测向机天线环直径为 150mm，5 圈，勉强可用。图 1（b）中环直径为 200mm，7 圈，效果良好。顶置天线环的线圈的穿绕应从环的中间孔进出，如图 2 所示；侧置天线环的开口在上面，可直接从铝管开口处穿线。穿绕时可在纱包线端部系一段长度为 5mm 左右的铁丝，继而用强磁铁从铝管外吸引铁丝带动纱包线穿行。

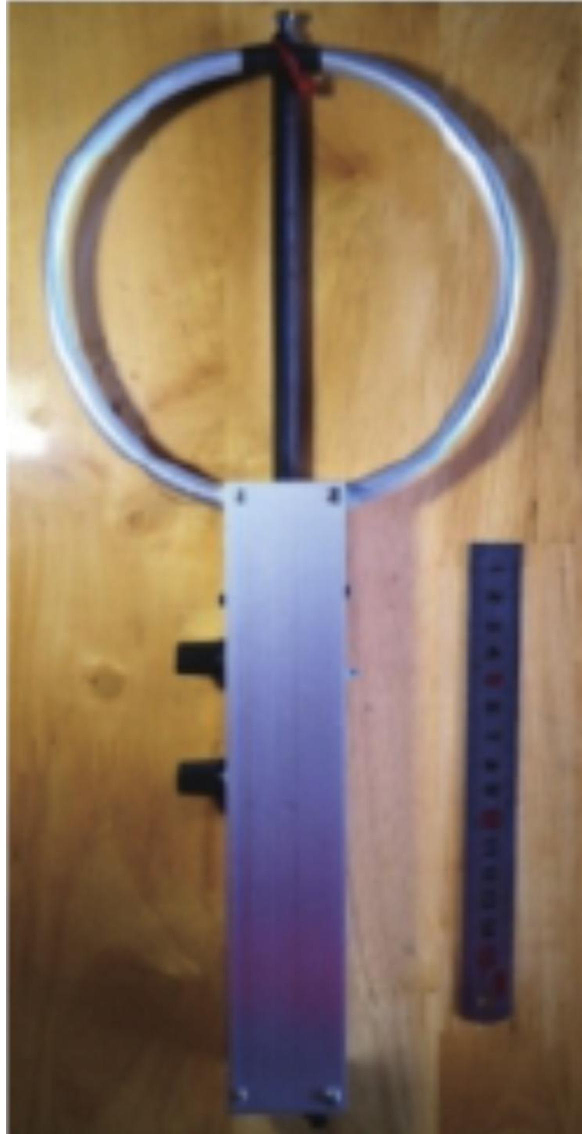


图 1（a） 测向机外观

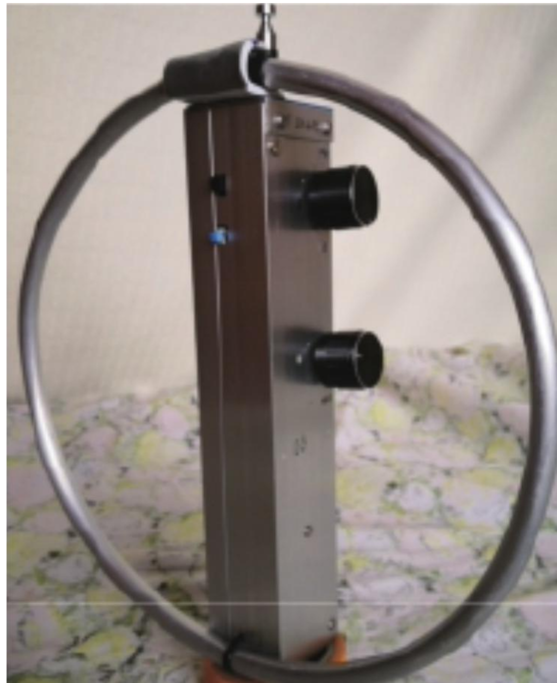


图 1（b）侧环测向机

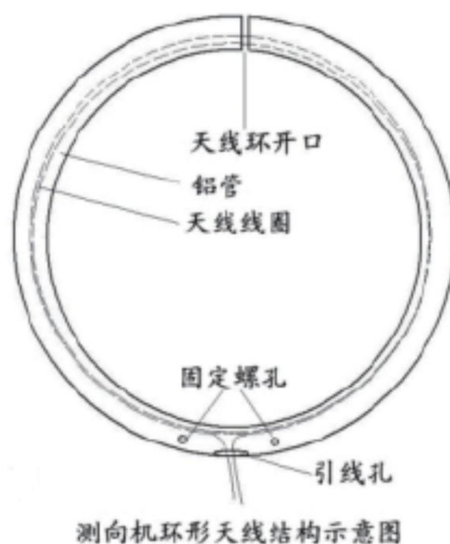



图 2 环形天线的结构

2.磁棒天线

磁棒天线测向机外观见图 3。

磁棒以圆形截面镍锌短波磁棒为好。从原理上讲，磁棒长度与截面积的比值越大方向性越好，磁棒截面积越大天线效率越高，在截面积相同的情况下，磁棒越长方向性更好。图 3 所示测向机采用的是直径 10mm、长 140mm 短波磁棒。为屏蔽杂散电场，高性能测向机均采用内、外双重屏蔽措施。内屏蔽紧贴磁棒，如图 4 所示，用厚度为 0.2mm 的铜箔片做成。

外屏蔽做在磁棒保护罩上，可以利用金属机壳本身或如图 5 那样用铜箔制作。外屏蔽不宜紧贴线圈，否则影响天线效率。内、外屏蔽层均须留有不大于 1mm 缝隙，且两屏蔽层的缝隙应处于同一平面上，屏蔽层均需连接电路公共端。外屏蔽常窄于磁棒长度，屏蔽越宽效果越明显，但影响整机灵敏度。

磁棒仓应该用热缩套管加封，固定螺钉应和外屏蔽紧密接触，注意磁棒线圈应处于磁棒仓内中轴线上不可倾斜，磁棒周围应填充减震材料，仓两端应予以密封。此外，线圈的两根引线应留有同样的长度，以备接入电路时需要相互交换。磁棒仓组件外观如图 7、图 8 所示。




图 3 磁棒天线测向机



图 4 磁棒天线内屏蔽

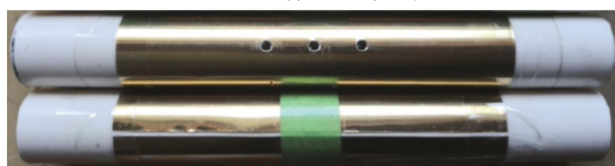


图 5 粘贴于磁棒仓上的外屏蔽

为追求更好的方向性，天线线圈常采用分段绕制、对称固定在磁棒中部方法，如图 6 所示。



图 6 分段对称绕制于内屏蔽上的线圈



图 7  将磁棒天线安装在塑封之后的磁棒仓内



图 8  将磁棒仓与机壳结合在一起

3.直立天线

环形天线和磁棒天线的方向图是一样的，呈“8”字形（见图 9）。从图 9 可见，当天线线圈的平面和发射机方向间的夹角为 90°或 270°（此时磁棒天线的轴线和发射机方向间的夹角为 0°或 180°）时感应到的信号最小，据此可以判定发射机位置在信号最小时天线所示方向线上，但仅此还不能确定其位置究竟在方向线的哪一端，也即这两种天线都具有“双向特性”。为了能在双向“方向线”基础上确定发射机在哪一端上，测向机电路通过“单/双向开关”接入一根直立天线，将两种具有不同方向特性天线的信号电平叠加，两种天线合成方向图如图 10 所示。从图 10 可知，当线圈平面与电波方向夹角为 0°或 180°，也即环形天线的环平面指向（或背向）电台方向，或磁棒天线轴线与电台方向夹角为 90°或 270°，且两种天线的感应电势幅度相同、相位相同或相反时，可获得理想的“心脏形”方向图，依此可确定电台位置在方向线的前方还是后方。我们把测向机朝向电台方向时叠加信号强的一面称为“大音面”。交换天线线圈引线两端位置可以改变测向机的大音面。

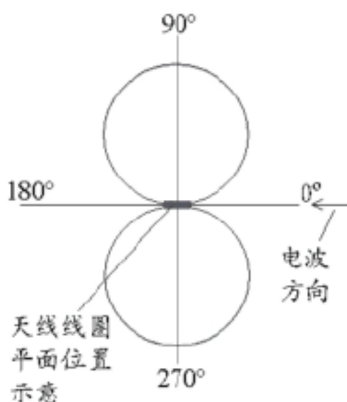



图 9  环/磁棒天线水平面方向图

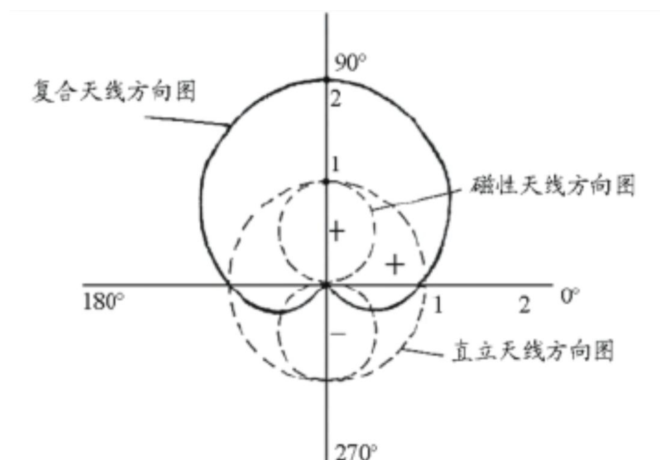



图 10  复合天线水平面方向图

在实际应用中，直立天线一般采用拉杆天线，这是因为直立天线和环形（或磁棒）天线在信号场强变化时各自的感应电势并非等比例变化，在环形（或磁棒）天线感应电势确定的情况下，为求获得尽量好的单方向性，实用的办法就是通过改变直立天线的长度来和环形（或磁棒）天线感应信号“匹配”。当然，也可以对信号进行数字化处理以实现自动匹配，但这将使电路复杂许多。直立天线在测向机上不同的安装位置对其性能是有影响的。应尽量减少直立天线和高放、本地振荡电路间的额外耦合以及对地的分布电容，在采用贴片元件且直立天线接近贴片元件面安装时或采用金属机壳时，这种可能产生的负面影响更是不容忽视。在这一方面，环形天线优于磁棒天线。

三、144MHz 测向天线

144MHz 业余无线电测向机的天线主要有两种：一是 3 单元定向天线（八木天线，见本书第 6 章 6.1.2 常用天线），二是缩短间距的 2 单元定向天线（HB9CV 天线）。

1. 3 单元八木天线测向机

天线及整机外观如图 11 所示。其中有源振子和反射振子分别通过接插件安装在机身前后端两侧，引向振子安装在机身前端的支撑杆上。为便于携带，6 根振子均可拆卸，多数商品测向机的支撑杆也可拆卸。为便于越野运动中使用，振子导体部分一般采用弹性导电材料制作，常见的有宽度 8mm 左右的薄钢带（如钢卷尺基材）、直径 1.5mm 左右的钢丝等，外面加以绝缘材料覆盖。测向机基本尺寸见图 12，图 13 为 3 单元定向天线水平面方向图。

3 单元八木天线的优点是其方向性比较好，主瓣较窄，增益较高，振子加工成本较低，适于批量生产，缺点是体积大，增加了运动中使用的体力支出。



图 11 成品 3 单元八木天线测向机外观

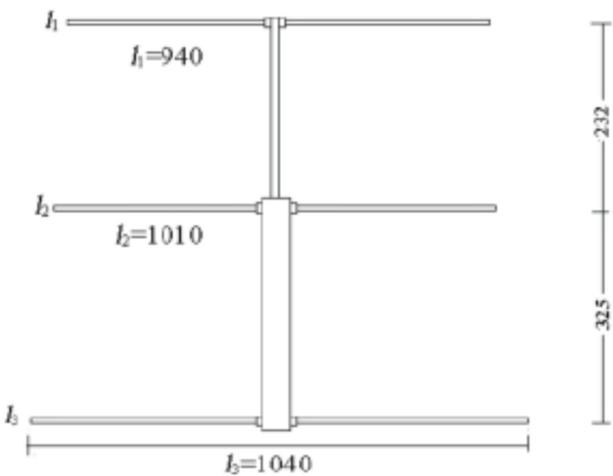



图 12 3 单元八木天线测向机基本尺寸

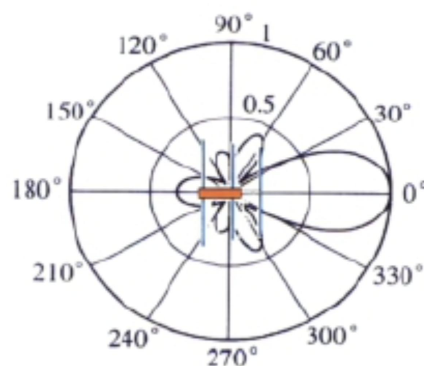



图 13 3 单元八木天线水平面方向图

2. HB9CV 测向天线

HB9CV 天线是一种缩短了前后间距的两单元定向天线。这种天线是由呼号为 HB9CV 的瑞士爱好者 Rudolf Baumgartner 于 20 世纪 50 年代首先提出来的，后来便以他的呼号命名。

天线结构如图 14 所示。这种天线的主振子和反射振子之间的距离仅为 1/8 波长。反向振子和主振子之间接有一根“Γ”形匹配馈电线，使得主振子的辐射信号和反射振子的辐射信号相位正好相反，相互抵消，起到了反射作用。这款天线方向图的主瓣虽然较 3 单元八木天线要宽，但前后比很好，且结构小巧。

HB9CV 天线测向机整机结构主要有两种形式，一种是如图 15 所示的在机身上固定“工”字形支架加 4 段振子的“半可拆卸式”，另一种是如图 16 所示的 4 根振子分别通过接插件直接安装在机身上的“完全可拆卸式”。后一种方法使这种测向机更加便于携带因而备受测向爱好者欢迎。

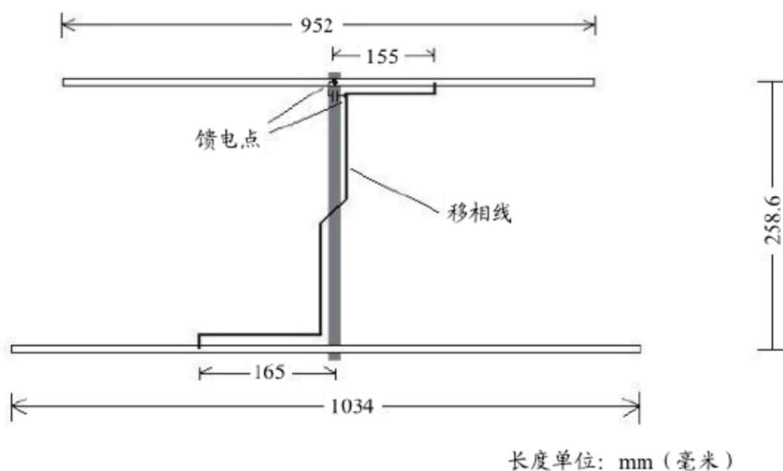



图 14 HB9CV 天线结构示意图

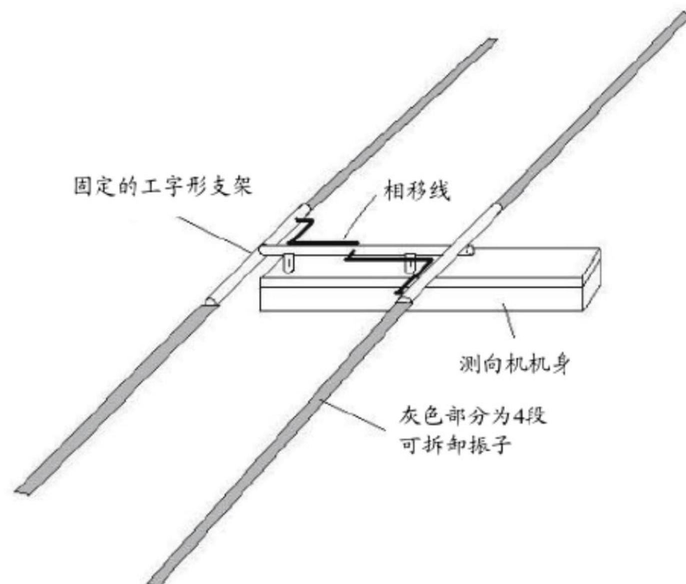



图 15 HB9CV 天线半可拆卸测向机



图 16 HB9CV 天线可拆卸测向机

（1）可拆卸振子的制作方法。

振子长导体采用直径为 1.5mm 的磷铜丝制作。磷铜丝有弹性，不易折弯，可以与接插件焊接，导电性能良好。振子短导体可以使用磷铜丝，也可以用普通单芯导线。笔者实验结果是后者制作较为容易且性能基本一样。接插件采用 2 芯航空插头和插座，如图 17 所示。每部测向机需要 2 对不同长度的振子，每对振子都由相同的一长一短两根导体构成，较长的磷铜丝与插头的 1 脚相连。这样做的好处是左右振子可以交换，使用更为方便，如图 18 所示。短导体用磷铜丝制作的好处是同时可加强振子根部的钢性，能减小运动中振子的晃动幅度，缺点是增加工艺难度。在后期试验中，短导体用直径 0.1mm 左右普通单芯导线并且紧靠长导体，实测效果基本相同。注意在机身上安装航空插座时，必须保证机身前端两个插座的 1 脚孔均朝向前方，机身后端接反射振子的两个插座的 1 脚孔均朝向后方。



图 17 GX16－2 插头和插座

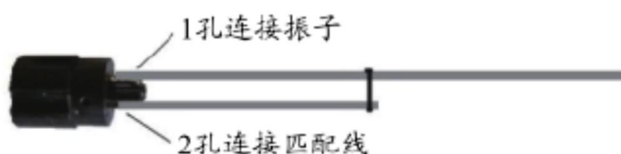



图 18  振子结构

振子制作可分步进行：将长、短两根磷铜丝平行地焊接于插头的 1、2 两个焊脚上；为防止铜丝和插头金属外壳短路，在 2 根铜丝上各套一段 10mm 左右的热缩套管；安装航空插头的金属外壳并检查与两根铜丝是否绝缘；向插头外壳内注入环氧胶或热熔胶，目的是尽量减少振子晃动对焊点的影响，增加振子整体强度；在保持两根铜丝基本平行的状态下把短铜丝端和长铜丝上的匹配线焊接点连接起来；仔细检查振子和匹配线的长度是否准确——匹配线长度对天线前后比方向性的影响比振子长度变化的影响要大；分别在插头部分、平行线部分分别套上不同直径的热缩套管，加热收紧；将整根振子套入热缩套管，根部和端部收缩，必要时在套管根部用粘胶剂加固以保证不会在运动过程中脱落，振子部分的套管则保留其扁平状态。最后这个套管主要是让振子整体变得“粗大”，以免尖细的铜丝引起不必要的安全事故。制作过程可参照图 19 ~ 图 21。



图 19 向插头外壳内注胶



图 20 加装热缩套管



图 21 加装外套管后的振子外观

（2）振子及匹配线在机身内的连接方法。

振子插座、相移线在机身内的实际安装连接方法见图 22。

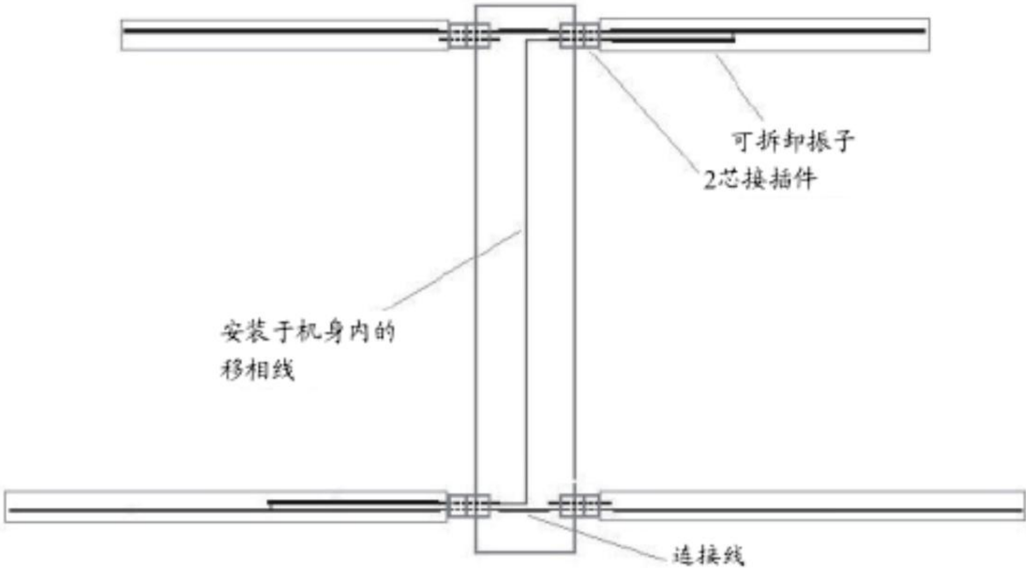



图 22 HB9CV 天线安装连接示意图

四、实用电路介绍

1..3.5MHz 集成电路测向机

这款测向机具有灵敏度高、增益控制范围大、电路简单可靠的特点，可应用于各类业余

无线电测向竞赛活动。电原理图见图 23。

本机采用一级场效应管高频放大，集成电路 ULN2204 包括了本振、混频、中放、差拍检波和低频放大，一个独立的差拍振荡器。

场效应管高放电路几乎是当今测向机电路的标配，原因是动态范围大和增益可控。图 23 电路中通过调整 W2-1 电位器施加于 Q1 漏极的电压改变其工作状态，可较大范围改变电路增益直至 D 极电压低于场效应管“夹断电压”使漏极电流为零。接入 C1 和 R2 可以避免栅极电路直流成分流经天线回路形成的磁场对磁棒天线方向性可能造成的不良影响。

ULN2204 是流行于 20 世纪 80 年代的单片 AM/FM 收音机集成电路，由于同类产品多，存世量至今仍较大，且价格低廉，质量可靠。之所以选用这片“古董级”IC 电路，是因为其内部各部分电路基本独立，便于选择利用，特别是具有测向机必需的中放增益控制端口（图 8 中 IC1 的 16 脚及 W2-2、R11 等相关元件）。

本机差拍振荡电路采用 455kHz 两端陶瓷滤波器为电感元件。此电路的优点是简单可靠无须调整，而且相对独立，在进行电路板设计时便于灵活安排。异于 LC 振荡器，此电路的振荡信号是通过空间电磁波耦合至中频放大输出级的。为获得稳定的振荡信号，在进行 PCB 板设计时，安排了一根一端和 Q2 发射极相通，另一端开路的“机内天线”，从 Q2 发射极延伸到 T4 中频变压器底部，为保证有足够强度，开路线终端绘成了“回”字形。

图中 TR1 为 3.5MHz 测向机特有的“直立天线调相电阻”。根据前文所述可知，只有当直立天线和环形/磁棒天线二者的感应电势相位相同或相反、幅度相等时，才能合成理想的“心脏形”方向图。但直立天线的电抗呈容性，并不理想。为此，人为加入此电阻，以增加电阻，降低容抗比例。此电阻值大则相位条件趋于理想，但同时也会降低直立天线的感应电势，使“幅度相等”的条件难以满足。所以调相电阻的阻值需要调整。调整方法是，在离发射机一定的距离上（如 10m），拉杆天线拉出一半左右，调整 TR1 使测向机单向性能最好。

本机音频放大电路为固定音量输出，这是为了让音量始终能正确反映信号的强弱变化，使测向者能根据音量变化判断电波方向和所寻找电台的距离。

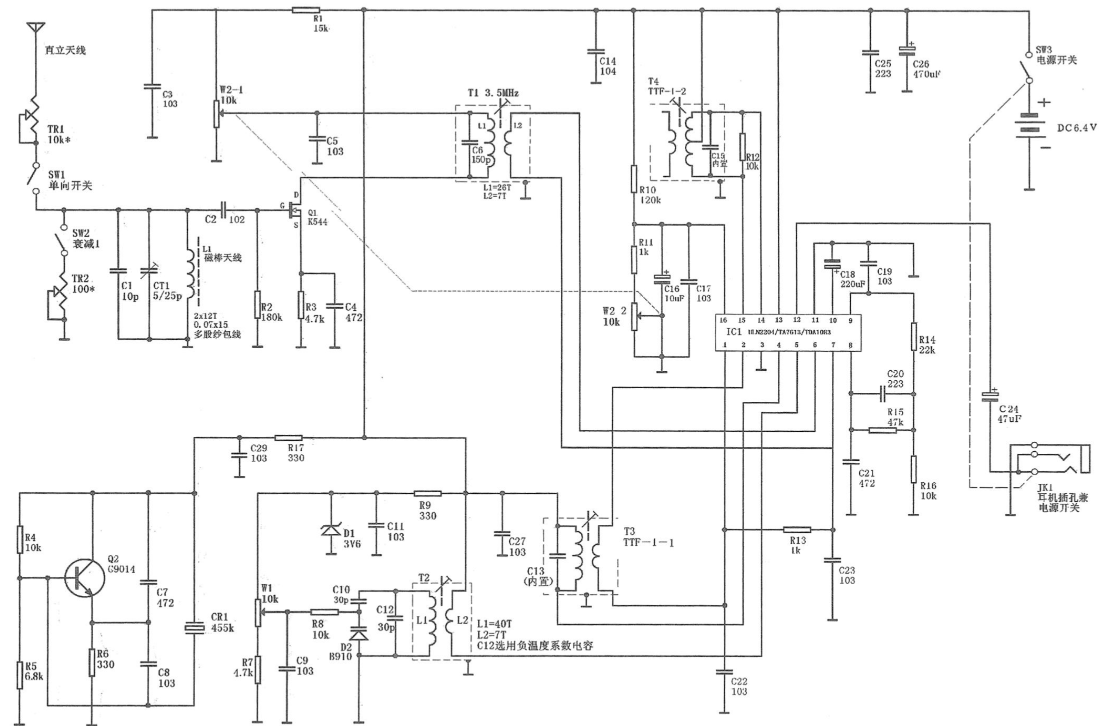


图 23 BA4RC-3.5MHZ 集成电路测向机电原理图

自制电感元件主要参数：

T1——3.5MHz 高频放大线圈，7×7 骨架有磁罩高频磁芯，φ0.07 漆包线，初级 26T，次级 7T；

T2——本地振荡线圈，骨架和磁芯材料同 T1，初级 40T，电感量约 32μH（仅供参考，笔者测量仪表准确度有限），次级 4～7T；

T3、T4——465kHz 中频变压器，选用市售成品。

关于测向机电源——电压高则放大器动态范围较大，有利于电路性能的充分发挥，因而不建议低于 4.5V。普通 7 号电池容量不大，续航时间短，也不建议使用。本机选用两节 14500 五号磷酸铁锂电池，6.4V。这种电池容量较大，续航时间较长，体积适中，可反复充电，价格也不算高。

2..144MHz 集成电路测向机

整机电路如图 24 所示。本机采用一级场效应管高频放大、NE612 本振和混频，中放采用了 MC1490 通用放大器集成电路（IC2），音频放大则采用了价格低廉的 LM312。

市面上有许多可用于 VHF 波段收信机的集成电路，但大都设有限幅放大功能，当高频放大电路因输入信号增强而进入饱和状态或限幅输出状态时，测向机便失去了方向性。所以场效应管便几乎成了当今测向机高放电路的“标配”。本机采用高频性能良好的 K544 场效应管（Q1）。尽管如此，如何避免高放电路在电台附近饱和过载仍然是 144MHz 测向机必须面对的难题。本机高放增益控制采用两项措施，一是通过电位器 W1-1 控制 Q1 漏极电流直至其进入“夹断”状态，二是在天线输入回路上串联了开关 SW1，此开关闭合时信号直通，为“远程”状态；开关断开时信号经 C1 被衰减，为“近程”状态。开关方式控制衰减具有快捷、定量的特点，因而被普遍应用于长距离测向机上。

本机选用 NE612（IC1）担任本机振荡和变频任务。这个集成电路是为 45MHz 无绳电话前级设计的，具有输入灵敏度高（-119dBm，信噪比 12dB）、频率范围合适（最高振荡频率 200MHz）、工作电压低（4.5～8V）、稳定可靠、外围电路简单等优点。但也有对大于-15dBm 输入信号限幅（IC 自带+5dBm 限幅放大器）这一对测向机不利的问题，不过由于本机高放衰减控制简单有效，这一问题得到基本解决。

采用 MC1490 中放是一个新的尝试。此集成电路适于低电压供电，用其做成的 10.7MHz 100kHz 带宽放大器增益可达 55dB。更重要的是，该集成电路留有可外接的正向增益控制端（见图 24 中 IC2 引脚 5 及相关元件）。

和前述 3.5MHz 测向机不同的是，插入了 10.7MHz 和 50kHz 带宽的窄带陶瓷滤波器及其匹配电路（Q2、X1 及相关元件）以满足短距离测向多频点发射机同时工作的环境。为避免中放大信号过载，可对 Q2 和 IC2 的中频放大器增益通过 W1-2 和 W1-1 高放增益控制电位器同步调整。

144MHz 测向机的高放及本振线圈均用 7×7 有磁芯尼龙骨架制作，其中高放绕圈初级 2T+2T，次级 2T，本振线圈 3T。10.7MHz 中频变压器可选用市售成品。

本机振荡频率应在 133.100～135.400MHz，调整 L2 以确定最高频率，调整 TR1 以确定最低频率。可以参照本书第 7 章 7.1.4 介绍，用“电视棒 SDR 软件定义接收机”监测测向机本振信号，在正常情况下，将电视棒接收天线放置于离测向机振荡器约 5cm 距离处，能从频谱图上看泄漏的振荡信号并可据此准确调整。

T1、T2、T3 三个高放谐振线圈应在扫频仪监测下进行调试，测向机高放部分频率特性曲线中心频率 145MHz，-3dB 宽度不窄于 2MHz，增益应不低于 25dB。

图 24 BA4RC-144MHZ 集成电路测向机电原理图